



Instituto Politécnico de Tomar

**Escola Superior de Tecnologias de Tomar**

**Paulo Renato Costa Moreira**

**MEDIDAS DE REABILITAÇÃO URBANA  
EM ÁREAS DE RISCO DE CHEIA CASO DE  
ESTUDO DE TOMAR**

Projeto de Mestrado

Orientado por:

Doutor Luís Santos | Instituto Politécnico de Tomar

Projeto de mestrado apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar  
para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de  
Mestre em Reabilitação Urbana



Dedico este trabalho à minha esposa e aos meus filhos.







## RESUMO

---

As cidades são sistemas dinâmicos, onde a compreensão da evolução histórica e a forma como esta molda o tecido urbano é crucial na avaliação da vulnerabilidade ao risco de cheia. A necessidade de gerir e adaptar cidades do Século XXI às mudanças de demografia, tendências e alterações climáticas apresenta-se como um desafio.

As cidades necessitam de aprender com o passado, antecipando o futuro, no sentido de desenvolver medidas de gestão eficientes para a prevenção de riscos de cheias. A necessidade de eliminar práticas inadequadas, através da investigação, experimentação e avaliação permite encontrar boas práticas e técnicas, que sirvam como alternativas viáveis às utilizadas atualmente.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com capacidade de modelação da problemática de cheias, apresentam-se hoje como mecanismo integrador das condições físicas e ambientais de territórios. A necessidade de previsão destes fenómenos, priorizando a implementação adequada de medidas de mitigação, representa a vanguarda da gestão das áreas urbanas afetadas.

A reabilitação urbana de edifícios e infraestruturas, sejam elas de interesse histórico, cultural ou meramente habitacional e comércio, poderá ser também utilizada como oportunidade estratégica de adaptação das cidades a longo prazo, corrigindo erros do passado, melhorando desta forma a resiliência a riscos de cheia.

Os cenários de alterações climáticas preveem que a frequência de cheias aumente significativamente durante o período de vida do edificado. Este fator justifica a necessidade de uma atitude proactiva de implementação de novas medidas, técnicas e equipamentos, que prolonguem a vida útil e robustez do edificado, aumentando a sua capacidade de resistência a fenómenos ligados às alterações climáticas.

Sendo a atual reabilitação urbana um fenómeno em crescente, e que muitas vezes é baseado nos pressupostos de que o tecido urbano não deverá sofrer alterações significativas, as abordagens propostas pressupõem a aplicação de técnicas adaptáveis de uma forma pouco invasiva, no entanto eficazes em termos de resultados.

Considerando que os níveis de investimento possam ser um problema na implementação de medidas, que embora necessárias, são quase sempre encaradas como investimento excessivo, propõe-se a intervenção das autoridades locais como elemento dinamizador da reabilitação urbana enquanto facilitador da implementação de sistemas de mitigação dos efeitos das cheias através de um sistema simples de incentivos.

É do conhecimento geral que as inundações causam graves problemas ao edificado, negócios, entre outros, o que acresce custos elevados ao erário público, sendo as soluções propostas uma forma de simbiose económica de adaptação às alterações climáticas.

O corrente estudo, propõe e aplica ferramentas de modelação e informação geográfica, a análise de risco de cheia, a delimitação de zonas de risco e a sua possível aplicação pelos mais variados atores da sociedade contribuindo para a reabilitação das áreas de risco de cheia. Este trabalho documenta os vários materiais e soluções técnicas a utilizar em zonas urbanas com probabilidade de cheia, e de uma forma integrada apresenta um modelo aplicável de soluções administrativas, quer ao nível da propriedade, quer ao nível da administração local.

**Palavras-chave:** Reabilitação urbana, cheias, mitigação, alterações climáticas, modelação.



## ABSTRACT

---

Cities are dynamic systems, whilst understanding the historical evolution and the way it shapes the urban fabric is a crucial method in assessing flood risk vulnerability. The need to manage and adapt 21st century cities to transformations in demographics, trends and climate change, presents itself as an enormous challenge.

Cities need to learn from the past, anticipating the future, to develop efficient management measures for flood risk prevention. The need to eliminate unsatisfactory practices through research, experimentation and evaluation allows us to find good practices and techniques that serve as viable alternatives to those currently used.

Geographic Information Systems (GIS) capable of modelling the flood problem, are today an integrating mechanism of the physical and environmental conditions of territories. The need to forecast these phenomena, prioritizing the adequate implementation of mitigation measures, represents the vanguard of the management of the affected urban areas.

Urban rehabilitation of buildings and infrastructures, whether of historical, cultural or merely housing and commercial, can also be used as a strategic opportunity to adapt cities in the long term, correcting past mistakes, thus improving the resilience to flood risks.

Climate change scenarios predict that the frequency of floods will increase significantly over the lifetime of the building. This factor justifies the need for a proactive attitude towards the implementation of new measures, techniques and equipment that prolong the useful life and robustness of the building, increasing its resistance to climate change phenomena.

Since current urban rehabilitation is a growing phenomenon, and is often based on the assumptions that the urban fabric should not undergo significant changes, the proposed approaches presuppose the application of adaptive techniques in a non-invasive manner, yet effective in terms of results.

Considering that investment levels can be a problem in the implementation of measures, which, although necessary, are almost always faced with excessive investment, the intervention of local authorities is proposed as a dynamic element of urban rehabilitation as a facilitator of the implementation of systems of mitigation of Through a simple system of incentives.

It is common knowledge that floods cause serious problems to buildings, businesses, among others, which entails high costs to the public purse, and the proposed solutions are a form of economic symbiosis to adapt to climate change.

The current study, proposes and applies modelling and geographic information tools, flood risk analysis, the delineation of risk areas and its possible implementation by various actors of society contributing to the rehabilitation of urban risk areas. This work documents the various materials and technical solutions used in flood prone urban areas, though in an integrated manner, presents an applicable model towards administrative solutions, both at property and local administration level's.

**Keywords:** Urban rehabilitation, floods, mitigation, climate change, modelling

## AGRADECIMENTOS

---

Este percurso começou com o ingresso na licenciatura em Engenharia Civil que agora chega ao final de mais uma etapa com o terminar deste mestrado, durante este percurso pude contar com o apoio e contributo de inúmeras pessoas. Sem esse contributo, não teria sido possível a conclusão desta etapa da minha formação académica.

Ao meu orientador, Doutor Luís Santos pelo apoio, disponibilidade, incentivo e ensinamentos, que foram muito para além do dever. Pelas horas intermináveis em que me acompanhou na execução desta dissertação, pelas críticas, correções e constantes sugestões de melhoramento, que me motivou a querer fazer mais e melhor.

À minha família que me apoia e me incentiva estando sempre que possível presente, mas, contudo, sempre disponíveis, à minha mãe aos meus irmãos.

À Câmara Municipal de Tomar, por me ter acolhido durante o período de estágio e por me ter proporcionado as condições necessárias para a realização do trabalho a que me propus. Principalmente nas pessoas da Engenharia Civil Susana Pereira, do Engenheiro Geógrafo Pedro Silva, nos colegas de sala Artur, Ernesto e Luís todos eles da Divisão de Gestão do Território, onde decorreu o estágio, pela disponibilidade sempre demonstrada para me ajudarem.

Aos meus colegas da licenciatura, Hugo Nunes e Pedro Cartaxo que me apoiaram e ajudaram sempre que precisei, pela amizade e companheirismo. A todos os outros colegas que direta ou indiretamente também contribuíram para a minha aprendizagem.

Aos amigos que, mesmo de longe, sempre expressaram o seu apoio e incentivo.

À minha esposa Vera Santos Moreira pelo apoio incondicional, amor e carinho.



# Índice

Capítulo 1. Enquadramento, Objetivos e Metodologia.....	1
1.1. ENQUADRAMENTO .....	3
1.2. OBJETIVOS .....	5
1.3. ESQUEMA DA DISSERTAÇÃO E NOTA METODOLÓGICA.....	5
Capítulo 2. Caraterização do Concelho e cidade de Tomar .....	9
2.1. CARATERIZAÇÃO GERAL .....	11
2.2. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DA CIDADE DE TOMAR.....	11
2.3. CARATERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA.....	13
2.4. CARATERIZAÇÃO EDAFOCLIMÁTICA .....	15
2.4.1. <i>Geologia</i> .....	15
2.4.2. <i>Geomorfologia</i> .....	16
2.4.3. <i>Clima</i> .....	17
Capítulo 3. Reabilitação Urbana.....	21
3.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO .....	23
3.2. REABILITAÇÃO URBANA EM PORTUGAL.....	24
3.3. O CONCEITO DE REABILITAÇÃO URBANA E SUA APLICABILIDADE.....	26
3.3.1. <i>Formas de Intervenção física a nível urbano</i> .....	27
3.4. REABILITAÇÃO DE ÁREAS EM ZONA DE RISCO DE CHEIA.....	30
3.5. REABILITAÇÃO COMO PROCESSO INTEGRADO .....	33
3.6. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL.....	34
Capítulo 4. Risco de cheia.....	39

4.1.	DISTINÇÃO CONCEPTUAL DE CHEIA E INUNDAÇÃO .....	41
4.2.	TIPOS DE INUNDAÇÕES .....	44
4.3.	INUNDAÇÕES FLUVIAIS.....	45
4.3.1.	<i>Origem das inundações fluviais.....</i>	46
4.3.2.	<i>Medidas de mitigação das inundações.....</i>	49
4.3.3.	<i>Medidas já tomadas em Tomar.....</i>	50
4.4.	CONCEITO GERAL DE RISCO .....	51
4.4.1.	<i>Classificação do risco.....</i>	54
4.4.2.	<i>Análise qualitativa e quantitativa dos riscos.....</i>	55
4.5.	IMPORTÂNCIA DO MAPEAMENTO DE INUNDAÇÃO E DE RISCO DE INUNDAÇÃO .....	56
4.6.	ÁREAS URBANAS EM ZONAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO .....	56
4.7.	MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS E INUNDAÇÕES .....	59
Capítulo 5. Sistemas de Informação Geográfica.....		61
5.1.	MODELO HIDRÁULICO HEC-RAS .....	63
5.2.	USO DO MODELO HIDROLÓGICO NO CASO DE TOMAR .....	63
Capítulo 6. Caso de estudo .....		73
6.1.	REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS EM ZONAS INUNDÁVEIS .....	75
6.2.	QUESTIONÁRIO INFORMAL EM ZONA DE ELEVADA PROBABILIDADE DE CHEIA .....	75
6.2.1.	<i>Caso 1 - Pastelaria Estrelas de Tomar .....</i>	76
6.2.2.	<i>Caso de estudo - 2 Orquestra de Sabores .....</i>	77
Capítulo 7. Integração do modelo conceptual e sugestões de aplicabilidade .....		81
7.1.	PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS E INUNDAÇÕES .....	83
7.2.	PROPOSTA DE ESTRATÉGIA DE MITIGAÇÃO .....	105

7.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107
Bibliografia.....	109
Anexo A .....	113
Anexo B .....	117





## Índice de figuras

Figura 1. Esquema organizacional do projeto de mestrado	6
Figura 2. Habitantes por freguesia do Concelho de Tomar, dados INE 2011	14
Figura 3. Localização da bacia hidrográfica do rio Nabão - (Paulo Moreira,2016)	17
Figura 4. Valores de precipitação média mensal na bacia hidrográfica do rio Nabão entre 1931-1960 (SNIAMB/APA)	18
Figura 5. Temperatura média anual na bacia hidrográfica do rio Nabão (SNIAMB/APA)	19
Figura 6. Forma da bacia hidrográfica do rio Nabão	47
Figura 7. Remoção de árvores arrastadas pela força das águas junto à ponte velha rio Nabão	49
Figura 8. Trabalhos a serem realizados no leito do rio Nabão - foto de Abel Bento (Facebook)	51
Figura 9. Representação do conceito geral técnico de risco de inundações (Almeida, 2007)	54
Figura 10. Esquema de funcionamento do modelo em HEC-RAS (Paulo Moreira,2016)	65
Figura 11. Modelo Digital Terrestre (Paulo Moreira,2016)	66
Figura 12. Modelo digital de terreno (Geo-Tiff)	67
Figura 13. Geometria 2D	68
Figura 14. Importação de dados	69
Figura 15. Rede de cálculo (TIN), corrido o modelo preparado para HEC-RAS	70
Figura 16. Mapa das zonas inundáveis, cidade de Tomar (Paulo Moreira,2016)	71

Figura 17. Localização dos casos de estudo - (Google, 2016)	75
Figura 18. Caixas de visita a montante do coletor de esgotos	78
Figura 19. Caixa de visita 2	79
Figura 20. Caixa de visita 1	79
Figura 21. Organigrama das estruturas com responsabilidades na proteção de pessoas e bens	84
Figura 22. Hierarquia de proteção contra cheia	85
Figura 23-Princípio de funcionamento	88
Figura 24-River Schelde Belgium / SCFB 1500 / 5 meter	88
Figura 25-Flash Flood Door (BSi )	89
Figura 26-Modo de preparação do hydrosack	90
Figura 27-Barreira de hydrosack	90
Figura 28-Preparação do Hydrosnake	91
Figura 29- Hydrosnake em uso	91
Figura 30. -Esquema de ajusta às dimensões do vão	92
Figura 31-Vista anterior	92
Figura 32-Vista posterior	92
Figura 33-Válvula unidirecional aplicada em coletor	93
Figura 34. Válvula de Retenção de Charneira com alavanca e contrapeso - Modelo SUPRA PN 25/40	93
Figura 35. Sistema dos tijolos de ventilação de fecho automático	94

Figura 36-Tijolo instalado para ventilação da habitação	94
Figura 37-Material aplicado sob pedra	95
Figura 38-Esquema de instalação/atuação	96
Figura 39-Sewerage Bung	96
Figura 40-Utilização do dispositivo	97
Figura 41-Válvulas de retenção Tideflex	98
Figura 42- Bomba submersível	99
Figura 43- Portão de entrada em madeira maciça	100
Figura 44-Portão principal com entrada pedestre lateral	100
Figura 45-Propriedades protegidas por vedação	101
Figura 46-Bomba de esgoto	102
Figura 47- Aplicação de vedantes	103
Figura 48. Execução de argamassa com areia, cimento e cal hidratada	104
Figura 49. Esquema das fases de intervenção proativa - (elaboração própria)	106



## **Índice de tabelas**

Tabela 1. Resumo da legislação que influencia as ações de reabilitação.....	34
Tabela 2. Tabela de materiais para mitigação de inundações - (elaboração própria) .....	87



## **Lista de abreviaturas e siglas**

ANPC – Autoridade Nacional de Proteção Civil

INAG – Instituto Nacional da Água

PDM – Plano Diretor Municipal

PME – Plano Municipal de Emergência

SIG – Sistemas de Informação Geográfica





## **Capítulo 1. Enquadramento, Objetivos e Metodologia**

**Resumo:** pretende-se neste capítulo enquadrar as temáticas de reabilitação urbana e cheias urbanas, expor os objetivos propostos, esquematizar a organização e descrever as metodologias aplicadas no desenvolvimento deste projeto de mestrado.



## 1.1. Enquadramento

Urbanização é uma tendência crescente a nível mundial, atualmente 54% da população global habita em cidades e estima-se que em 2050, quase dois terços da população mundial habitem em ambientes urbanos (United Nations, 2014). Na Europa aproximadamente 75% da população encontra-se a viver em áreas urbanas, representando-se como um dos continentes mais urbanizados do planeta.

Muito embora as áreas urbanas estejam a crescer, na maioria das vezes estão apenas a tornar-se mais densas. A intensificação da densidade das áreas urbanas envolve a crescente impermeabilização de solos tornando estas áreas mais suscetíveis a cheias e inundações (Shuster et al., 2005).

As inundações que constituem o risco natural mais comum da Europa, são também as que mais danos provocam e maior impacto económico negativo trazem (EEA, 2006). Segundo (Jongman et al., 2013), na Europa entre 2000 e 2013, os danos são avaliados em 4,9 biliões de Euros por ano, com estimativas de 23,5 biliões ano em 2050, o que representa um crescimento de 400%.

A urbanização e as alterações climáticas apresentam-se como variáveis de pressão sobre a problemática das cheias intensificando os seus impactes. O planeamento a longo prazo revela-se como uma necessidade na abordagem destas mudanças e na avaliação das incertezas (Barredo et al., 2005).

Embora no presente se considerem estratégias de planeamento num horizonte de 20 anos, e como tal se considerem cheias e inundações, num pressuposto estático de que as condições climáticas e a malha urbana se mantenham inalteráveis. Na Europa, sendo obviamente uma realidade também Portuguesa, a malha urbana é principalmente composta por edificado envelhecido e muito do qual classificado como património. As principais estimativas apontam um período de vida médio de 50 anos com subsequente remodelação ou reabilitação (European Construction Technology Platform, 2005).

Sendo o tecido urbano caracterizado por um misto de edifícios de diferentes tipologias, atendendo ao seu período de vida útil de 50 anos, em cerca de 30 anos um terço do edificado já terá sido, ou está, em fase de reabilitação (European Construction Technology Platform, 2005). Sendo a reabilitação urbana uma necessidade crescente, e estando as cheias e inundações intimamente ligadas a áreas urbanas, a reabilitação urbana encontra-se numa posição privilegiada para adotar medidas de adaptação ao risco de cheia.

Nas últimas décadas, têm-se observado metodologias alternativas aos métodos convencionais que são ambientalmente prejudiciais para o ecossistema fluvial e aumentam o risco de cheia a longo prazo. Métodos alternativos correlacionam a teoria da resiliência com a capacidade das cidades de mitigar a cheia em áreas sensíveis, sendo perfeitamente tolerável a cheia em zonas designadas e a reorganização em caso de danos (Ashley et al., 2013).

Contudo, nem sempre a incorporação destas medidas no processo de decisão dos sistemas legal e organizacional das autoridades locais é um processo célere e passivo. Em geral, o desenho de uma rede integrada de soluções técnicas, com vantagens sociais, ambientais, legais e institucionais depara-se com barreiras socioinstitucionais, perdendo-se o ímpeto e a real urgência das problemáticas em mão (European Environment Agency, 2012).

A realidade Portuguesa partilhando as mesmas preocupações e problemáticas, muito embora as previsões de alterações climáticas sejam parcialmente diferentes com estimativas de seca extrema seguidas de chuvas repentinas, os resultados das cheias são em muito semelhantes (Andrade & Santos, 2013).

Atendendo à particularidade do problema em Portugal ainda não ter atingido as magnitudes de Londres ou Copenhaga, considera-se pertinente a necessidade do estudo de alternativas e estratégias de adaptação ao fenómeno de cheias, estudando medidas de sucesso já implementadas, aprendendo com os erros já cometidos e sugerindo a aplicação de medidas adaptadas à realidade Portuguesa. Para este trabalho escolheu-se o Rio Nabão que, quer pelo seu historial de cheias, quer pelas suas características cársticas e leito que cruza o centro urbano histórico da Cidade de Tomar apresenta as características ideais para efetuar este estudo.

## **1.2. Objetivos**

Os objetivos genéricos compreendem o estudo de soluções técnicas e metodologias adaptadas à reabilitação urbana portuguesa em áreas suscetíveis ao risco de cheia, conjugando a dinâmica do setor com medidas de mitigação de riscos no sentido de integrar estratégias de adaptação às alterações climáticas.

Em particular:

- Para a reabilitação urbana da cidade de Tomar, encontrar soluções técnicas para a mitigação das cheias. Soluções estas que derivem de implementações com sucesso em casos semelhantes.
- Para o poder local, sugerir estratégias e metodologias de adaptação às condições de cheia, a nível da propriedade. Soluções que sejam aplicáveis a curto prazo e sugerir estratégias de incentivo;
- Para o planeamento, delimitar zonas suscetíveis de inundação;
- Para os proprietários, propor medidas de mitigação na forma de manual de boas práticas, conferindo conhecimentos técnicos das várias soluções e o seu custo de referência.

Outro dos objetivos, embora implícito, é o de munir ambos proprietários e autoridades locais com as ferramentas necessárias para mitigar grandes inundações antes que estas ocorram a níveis já observados em várias áreas do nosso planeta.

## **1.3. Esquema da dissertação e nota metodológica**

Esquemáticamente a dissertação está organizada seguindo uma estrutura de identificação do argumento a azul, pesquisa bibliográfica das variáveis explicativas em estudo a amarelo, análise de soluções e estudo das características ambientais explicativas a verde e a proposta de soluções fundamentadas em casos de sucesso a vermelho (Figura 1).

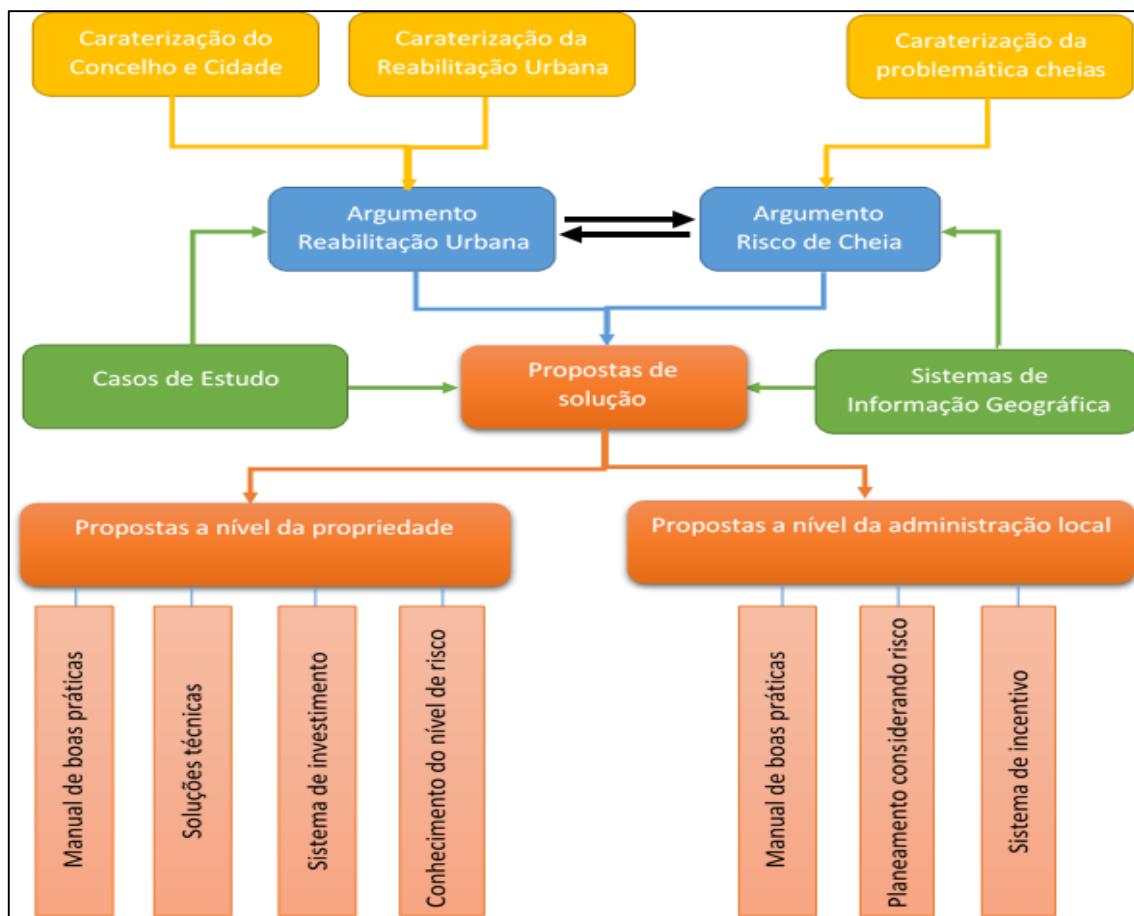


Figura 1. Esquema organizacional do projeto de mestrado

A partir do esquema da Figura 1 é também possível aferir a abordagem metodológica implementada no desenvolvimento da dissertação. Embora seja óbvia e comum a todas as dissertações académicas, é sempre importante frisar a importância de uma ampla revisão bibliográfica, que para este estudo teve particular interesse na medida em que são necessárias soluções técnicas aplicadas com sucesso garantido.

Especificamente, foram utilizadas duas metodologias distintas, aquela baseada na utilização de software técnico, utilizando os SIG (Sistemas de Informação Geográfica) tendo como base (Quantum GIS), que auxiliados por software específico de modelação hidrológica (HECRAS) possibilitam a delineação de áreas de risco de cheia.

A segunda abordagem metodológica envolveu o contato direto com proprietários de estabelecimentos de comércio e restauração situados em áreas já afetadas por inundações no

passado. Esta abordagem foi elaborada seguindo um padrão de entrevista pré-definida, onde foram questionados sobre a propriedade do estabelecimento, tempo de ocupação do imóvel, o número de ocorrências significativas de cheia, nível de danos provocados, realização de obras no estabelecimento e que medidas aplicou/aplica na mitigação das cheias.

A metodologia também envolveu a observação dos espaços visitados, em particular, para avaliar se existiam danos visíveis dos efeitos das cheias e se em relação às infraestruturas os estabelecimentos tinham alguma medida preparada para mitigar os efeitos de uma cheia.





## **Capítulo 2. Caraterização do Concelho e cidade de Tomar**

**Resumo:** pretende-se neste capítulo caraterizar ambos, o Concelho e a cidade de Tomar, em termos de evolução histórica, demografia e caraterísticas edafoclimáticas.



## **2.1. Caraterização geral**

O concelho de Tomar, uma área de 351.2 km<sup>2</sup> situa-se no centro geográfico do país, no distrito de Santarém, integrando a sub-região do Médio Tejo, apresentando como concelhos limítrofes a Nordeste o concelho de Ferreira do Zêzere, a Este o concelho de Abrantes, a Sul o concelho de Vila Nova da Barquinha, a Oeste/Sudoeste o concelho de Torres Novas e a Noroeste o concelho de Ourém (CM-Tomar1, 2016).

O valioso papel de Tomar na história do país é notável, refletindo-se na forma evolutiva e ocupacional da cidade. As sucessivas ocupações adaptadas à orografia do terreno moldaram a atual dispersão do tecido urbano deste concelho.

O concelho é também caracterizado pela abundância de água, estando situado na margem direita do rio Zêzere (principal afluente do rio Tejo) que abastece água à cidade de Lisboa, sendo também atravessado pelo rio Nabão que divide a cidade de Tomar. É um espaço natural diversificado pelo encaixe geomorfológico entre o Maciço Estremenho a NO (Noroeste) os depósitos quaternários do rio Tejo a SE (Sudeste), que lhe atribuem características singulares de diversidade de vegetação e microclima.

## **2.2. Enquadramento histórico da Cidade de Tomar**

Tomar, cidade, considerando-se segundo a nova reorganização as freguesias de Santa Maria dos Olivais e São João Baptista, possuindo cerca de 20 000 habitantes, sede de concelho com 11 freguesias, 352 km<sup>2</sup> e 40 677 habitantes. (CM-Tomar2, 2016).

A cidade apresenta mais de 30 mil anos de fixação humana neste território, tendo sido fundada por D. Gualdim Pais em 1160. Sede das Ordens do Templo e de Cristo, teve no Infante D. Henrique um dos primeiros responsáveis pelo seu crescimento (CM-Tomar3, 2016).

A fixação humana no corrente particular geográfico, deveu-se ao excelente clima, água abundante, fácil comunicação fluvial e bons solos. Das sucessivas marcas civilizacionais

pré-históricas restam utensílios, grutas, antas, povoados, algumas lápides, moedas, esculturas, peças utilitárias, a lenda de Santa Iria, a toponímia, as rodas de rega e os açudes de estacaria (CM- Tomar3, 2016).

Existem também registos de ocupação árabe (após 712 d.C.) que embora escassos e por vezes romantizados, indicam que a origem do nome Tomar: “Tamaramá”, que significa “doces águas” poderá ter origem nesta ocupação.

Os romanos fundaram a cidade de Sellium, ou Seilium, cuja planta ortogonal decorre da perpendicularidade dos característicos eixos cardus e decumanus que determinavam a organização urbanística das cidades romanas. Para além das ruínas do Forum de Sellium, nas escavações efetuadas (1980-2000) um pouco por toda a cidade, foram encontrados vestígios de habitações, fórum, entre outras estruturas (CM-Tomar3, 2016).

Thomar, como cidade, nasce com o castelo (1 de março de 1160), cuja construção, pela Ordem dos Templários, bem como a da Vila de Baixo, se prolongou por 44 anos. No século XIV, com a permanência do Infante D. Henrique enquanto Administrador da Ordem de Cristo, a Vila beneficia de grande desenvolvimento, sendo urbanizada a zona da Várzea Pequena em arrojada organização ortogonal, correndo em paralelo à Corredoura ora, Rua Serpa Pinto, e perpendicularmente ao rio.

D. Manuel I concede Foral Novo em 1510 e, nesse século, os arquitetos e pintores Domingos Vieira Serrão, João de Castilho, Olivier de Gand, Fernando Muñoz, Diogo de Arruda, Gregório Lopes, João de Ruão e Diogo de Torralva tornaram Tomar um importante centro artístico (CM-Tomar3, 2016).

No período da dominação filipina, a ocupação espanhola investe em Tomar: obras do Claustro Principal do Convento e Aqueduto dos Pegões, bem como a criação da ainda existente Feira de Santa Iria. Entre os meados do século XVII e finais do século XIX, verifica-se grande desenvolvimento industrial assente nas margens do rio Nabão: Fábrica de Balas do Prado, de Vidros da Matrena, Chapéus e de Fiação e Tecidos entre diversas fábricas de papel (CM-Tomar3, 2016).

Mais tarde, na sequência da visita da Rainha D. Maria II, Tomar foi elevada à categoria de Cidade em 1844, a primeira do Distrito de Santarém. Silva Magalhães, primeiro fotógrafo

tomarense, abriu em 1862 a “Typographia & Photographia”, que deixou um precioso registo fotográfico/documental com uma variada coleção de vistas, retratos e trajes, profissões e cenas da vida diária. A Imprensa nasceu em 1879 com o semanário “A Emancipação”, dirigido por Angelina Vidal; e em 1901, após Lisboa, Porto, Elvas e Vila Real, Tomar foi servida com energia elétrica a partir da Central instalada no complexo dos antigos Moinhos da Vila. Manuel Mendes Godinho, que foi nome incontornável no crescimento económico de Tomar do século XX, já que, após 1912, veio a criar um núcleo industrial (moagem, cerâmicas, alimentos para gado, extração de óleos e “Platex”) de considerável importância. Nos anos 50 (21.01.1951), foi inaugurada a que foi durante cinco décadas, a maior barragem hidroelétrica do País, Barragem do Castelo do Bode.

Em 1983, a UNESCO reconheceu o conjunto Castelo Templário-Convento de Cristo como Património Mundial e no início dos anos 90 deram-se os primeiros passos para a recuperação e consolidação do Centro Histórico. No século XXI, Tomar conta com algumas instituições culturais nascidas ainda no século XIX, casos das bandas Gualdim Pais e Nabantina. Já no século XXI, a reabertura do Cineteatro Paraíso, o Museu de Arte Contemporânea e um grande complexo desportivo, reforçam a vocação sociocultural e turística de Tomar.

Para o propósito não seria necessário descrever em tão detalhada descrição da história da cidade de Tomar. Muito embora pese a continuada ocupação das margens do rio, os riscos associados à sua implantação e o consequente envelhecimento do tecido urbano, que quer pelas restrições espaciais quer pelos materiais e técnicas de construção usadas resultam nos problemas abordados neste estudo, sendo sempre um fascínio descrever a novelesca evolução desta cidade.

### **2.3. Caraterização demográfica**

O concelho de Tomar é caracterizado pela irregular distribuição da população por freguesias, onde as grandes aldeias satélites comportam mais de metade da população do concelho. A freguesia de Santa Maria dos Olivais (741 hab./km<sup>2</sup>) a que regista o valor mais elevado neste índice, seguida a freguesia de S. João Baptista com 466 hab. /km<sup>2</sup>, que após a reorganização territorial de 2015 se juntaram. Segundo os censos 2011 vivem 40862 habitantes neste

concelho, sendo a divisão entre as duas principais freguesias, agora juntas, definida pelo Rio Nabão.

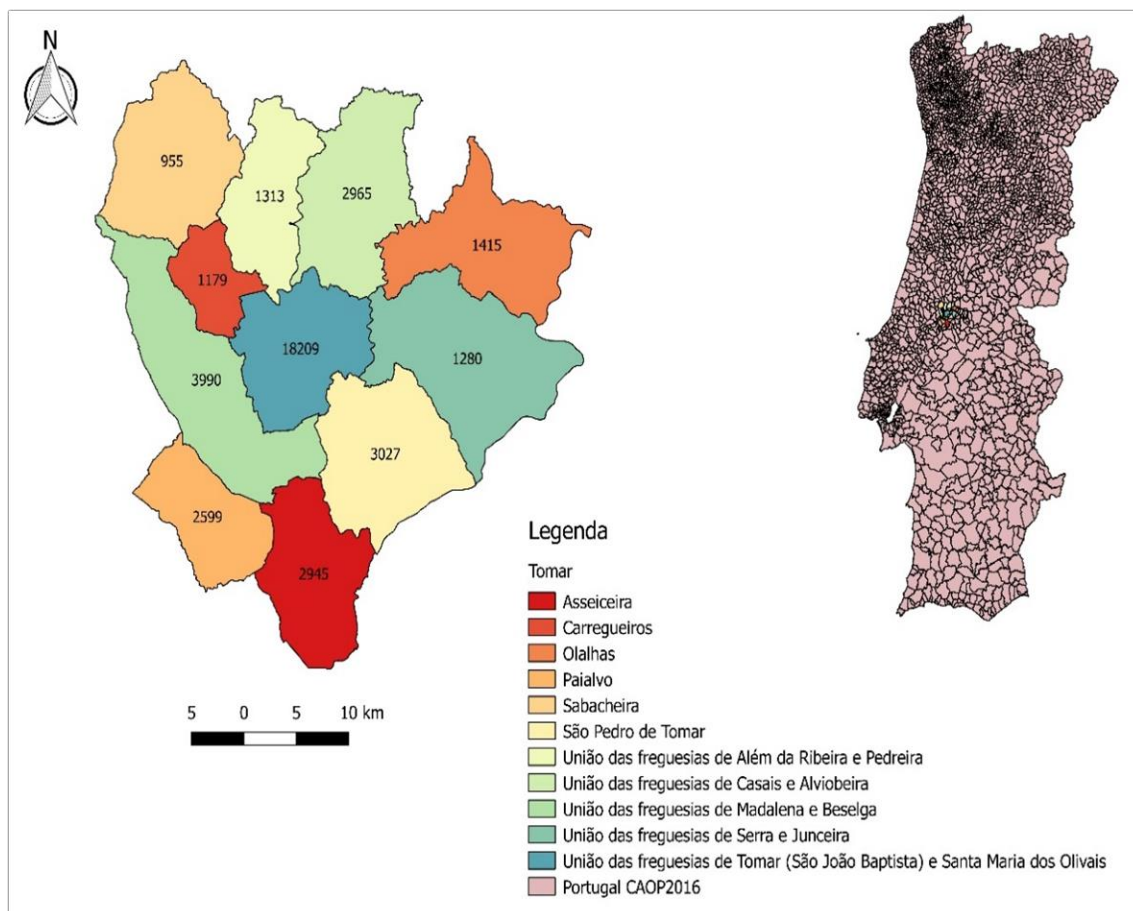


Figura 2. Habitantes por freguesia do Concelho de Tomar, dados INE 2011

Historicamente entre 1864 (ano em que se observou um efetivo populacional de 21 mil habitantes) e 2001 a população duplicou, passando o seu efetivo para perto de 41 mil habitantes. No entanto, este crescimento não se verificou de uma forma contínua, existindo algumas épocas em que as quedas populacionais foram importantes (por exemplo entre as décadas de 50 e 70). Embora os estudos atuais indiquem que a população tende para a estagnação, seguindo a tendência dos resultados da evolução entre 1991 e 2001 (Pordata, 2016).

À semelhança do que se passa na maior parte dos concelhos do País, uma das metas a atingir para o concelho de Tomar, será a de estabilizar a sua população ou, quanto muito, a retenção correspondente ao seu saldo fisiológico, contrariando a sobrevalorização do crescimento demográfico como o abandono de pequenos e médios aglomerados urbanos das "áreas rurais". Devido às suas características particulares, interdependentes da orografia territorial, a necessidade de fixação das comunidades satélites da cidade evidenciam-se como possível estratégia para obtenção destas metas.

## **2.4.Caraterização Edafoclimática**

### **2.4.1. Geologia**

A bacia hidrográfica do rio Nabão, desenvolvendo-se numa área com cerca de 1016,5 km<sup>2</sup>, inserida, no âmbito das grandes unidades geotectónicas nacionais (Lobo Ferreira et al., 1995), na Orla Mesocenozóica Ocidental e na Bacia Terciária do Tejo e Sado.

Do ponto de vista geológico reconhecem-se formações Antehercínicas (Silúrico, pré-Câmbrico e Câmbrico). Formações do Mesozóico (Jurássico e Cretácico) dominam o vale do Nabão a norte da cidade de Tomar, coincidindo com o limite oriental do Maciço Calcário Estremenho. A sul da cidade de Tomar encontram-se formações Cenozóicas (Miocénio), por vezes recobertas por terraços Quaternários ou depósitos de aluvião holocénicos (Cruz, 1997).

Do ponto de vista litológico, a Orla Mesocenozóica Ocidental, apresenta uma grande variedade de tipos litológicos, sendo constituída, essencialmente, por calcários dolomíticos, arenitos e conglomerados a norte, enquanto os depósitos a sul são constituídos por arenitos, calcários margosos, areias, cascalheiras e aluviões

Surgem ainda formações de rochas ígneas em filões e massas, nomeadamente doleritos, basaltos e brechas vulcânicas. Estas rochas aparecem, esparsamente, associadas à tectónica diapírica existente na região.

### ***2.4.2. Geomorfologia***

A bacia hidrográfica do rio Nabão estende-se, de montante para jusante, desde a zona de Santiago da Guarda, a norte de Ansião, passando a W (Oeste) pela Serra do Sicó, Abiul, Gondemaria, Serra de Aire, Outeiro Grande, Delongo, e a E (Este) por Mações de Caminho, Alvaiázere, Águas Belas, Olalhas, desaguando no Rio Zêzere perto da localidade de Foz do Rio.

O vale encaixado do rio Nabão, de orientação geral N-S, com uma variação aproximada de cotas de cumeada entre os 500 m (Serra do Sicó 553 m) e os 100 m (confluência com o rio Zêzere). Apresenta um relevo diversificado, associado às características geológicas já evidenciadas.

A rede hidrográfica (Figura 3) dendrítica apresenta como principais linhas de água afluentes, na margem direita a Ribeira da Murta, Ribeira das Pias, e Ribeira da Sertã e na margem esquerda a Ribeira de Seiça e o Rio Beselga.

Verifica-se algum controlo estrutural da rede de drenagem, essencialmente na zona do maciço calcário, onde esta se encontra condicionada pela rede de fraturadas do substrato jurássico, em particular no canhão Cárstico do Agroal e vale encaixado que se prolonga até ao Prado que funcionam como elemento estrangulador de todo o sistema de drenagem da bacia a norte.



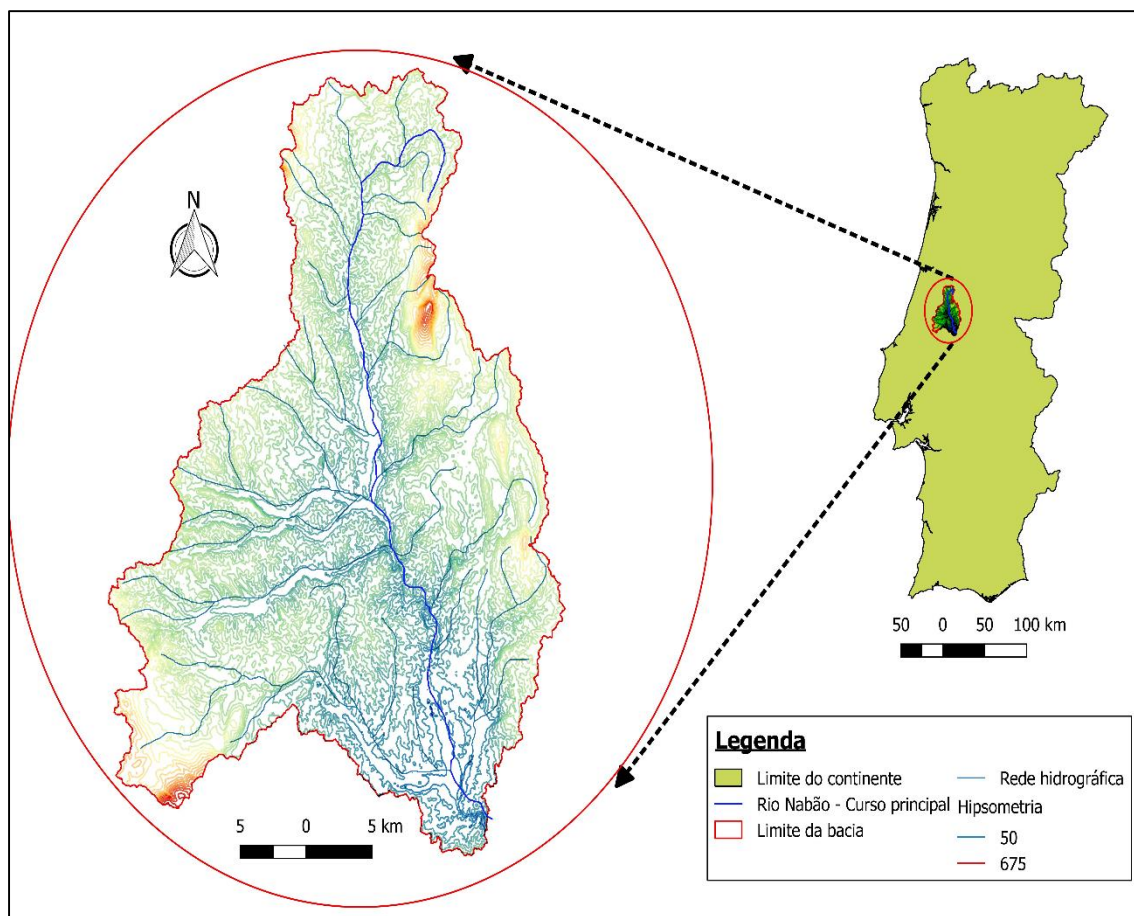


Figura 3. Localização da bacia hidrográfica do rio Nabão - (Paulo Moreira, 2016)

### 2.4.3. *Clima*

O clima de uma determinada região obedece a 3 variáveis genéricas, a latitude/longitude, a altitude e a interioridade, ou seja, a sua localização geográfica. O concelho de Tomar reflete a transição entre a região do maciço calcário estremenho e a região de clima estritamente mediterrânico que imperam no interior sul do país, e lhe conferem características particulares. Assim para o concelho de Tomar a temperatura média anual ronda os 16°C, a média das máximas é de 22,4°C e a das mínimas 9,9°C, enquanto a precipitação média anual é de 700mm (SNIRH, 2016).

Na bacia hidrográfica do rio Nabão a precipitação média mensal varia entre os 600-700mm nas zonas mais baixas a sul e 1200-1400mm nas zonas mais altas a norte e oeste (Figura 4).

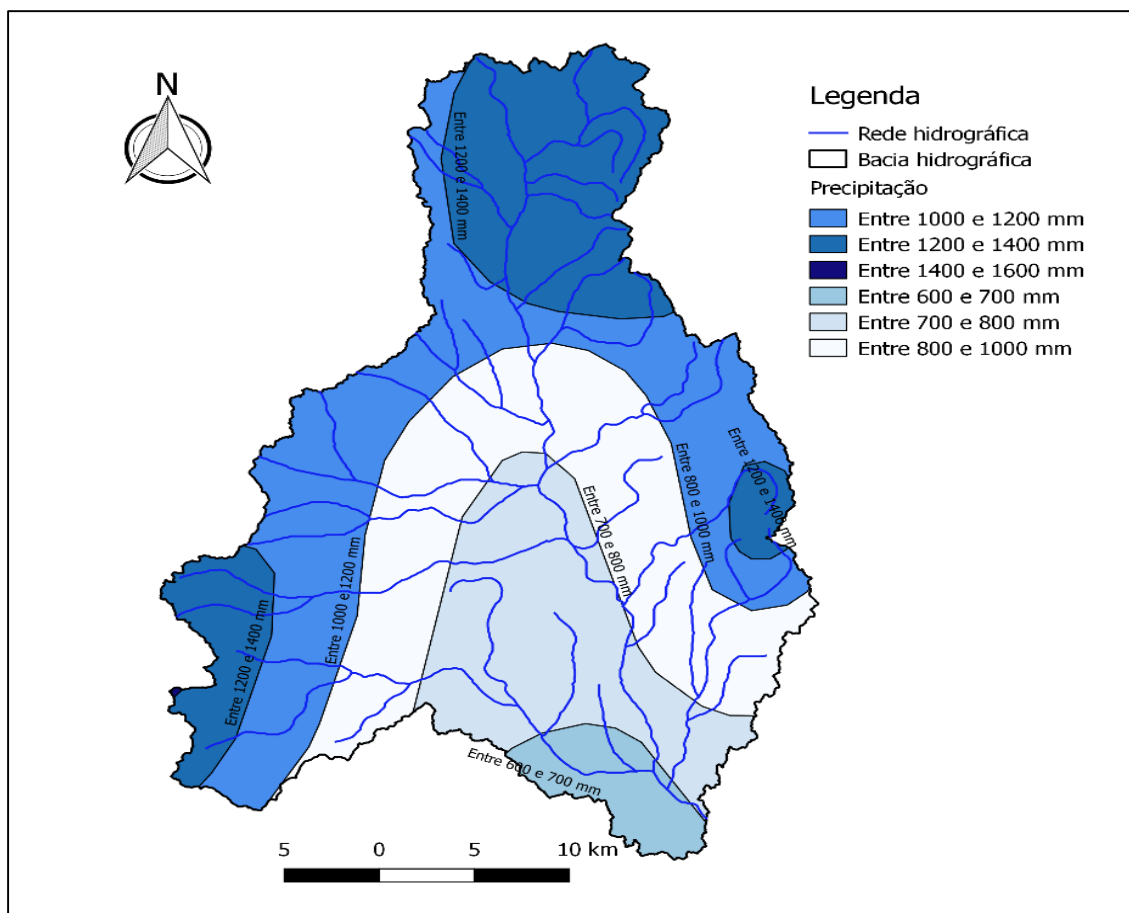


Figura 4. Valores de precipitação média mensal na bacia hidrográfica do rio Nabão entre 1931-1960 (Paulo Moreira - dados -SNIAMB/APA)

A temperatura média anual varia entre as zonas baixas com uma média anual com valores entre os 16-17,5 °C e a nas zonas mais altas com valores entre 12,5-15°C (Figura 5).

Ambas as figuras de temperatura e precipitação foram produzidas com software QGIS versão 2.18 a partir de dados do Atlas do Ambiente dados 1931 – 1960 disponibilizados pelo sistema de informação SNIAMB da APA (Agência Portuguesa de Ambiente).

Facilmente se entende que a cidade de Tomar se encontra encaixada num vale circundado por regiões mais altas e que os valores apresentados nas imagens SIG estarão agravados com os correntes cenários de alterações climáticas.

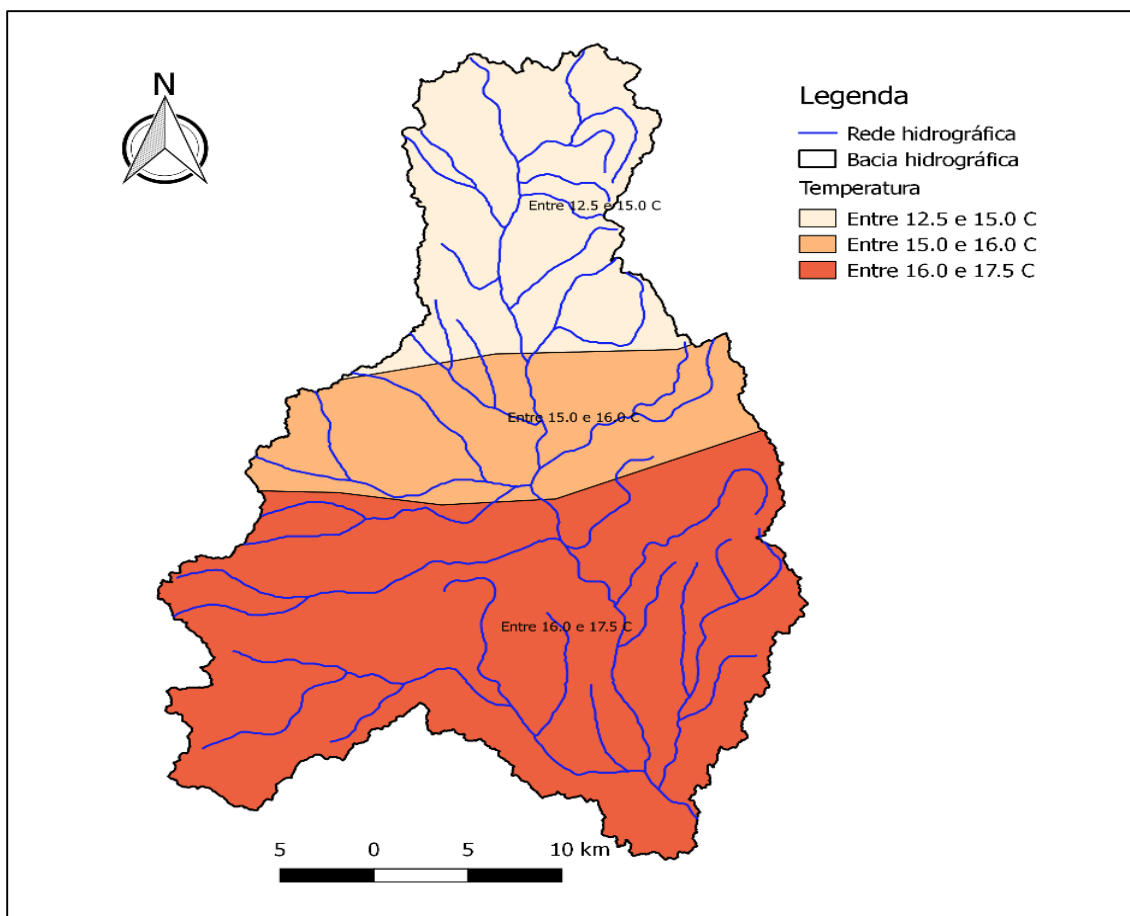


Figura 5. Temperatura média anual na bacia hidrográfica do rio Nabão  
(Paulo Moreira - dados -SNIAMB/APA)

Estando o a bacia hidrográfica e o Concelho de Tomar na zona de transição entre condições Mediterrânicas e Atlânticas, situando-se quase na totalidade na zona edafoclimática calcomediterrânea, podendo ser caraterizado, de acordo com a classificação de Thornthwaite como de clima húmido, mesotérmico, com grande deficiência de água no verão (Mesotérmico B4).

Segundo a classificação de Köppen–Geiger, Tomar encontra-se na província Atlântica Continental do Centro caraterizada por deter um clima chuvoso e moderadamente quente com chuvas preponderantes de inverno, sendo classificado como de tipo Cs. Esta tipologia poderá ainda ser dividida para o território nacional em duas regiões: uma de clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e quente (Csa) a sul, e outra de clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e temperado (Csb) a norte.



### **Capítulo 3. Reabilitação Urbana**

**Resumo:** pretende-se neste capítulo caraterizar a evolução histórica do conceito Reabilitação Urbana. Explorar todas as suas potencialidades da reabilitação urbana, formas de intervenção, legislação nacional e perspectivas futuras.



### **3.1.Evolução histórica do conceito**

A renovação urbana, geralmente denominada "regeneração" no Reino Unido e "revitalização" nos Estados Unidos, (HUD.GOV, 2016) é um programa de replaneamento territorial em áreas de moderada a alta densidade de uso do solo urbano (malha urbana). A renovação teve seus sucessos e fracassos, na abordagem moderna, que começou no final do século XIX nos países desenvolvidos, experimentando uma fase intensa no final de 1940 sob a rubrica de reconstrução. O processo teve um grande impacto em muitas paisagens urbanas, desempenhando um papel importante na história e demografia de cidades em todo o mundo.

A renovação urbana envolve a deslocação de empresas, a demolição de estruturas, a deslocação de pessoas e o uso do domínio (compra governamental de propriedade para fins públicos) como um instrumento legal para tomar a propriedade privada para projetos de desenvolvimento. Este processo também é realizado em áreas rurais, referidos como renovação das aldeias, embora possa não ser exatamente o mesmo na prática (Chigbu, 2012).

Em alguns casos, a renovação pode resultar na expansão/reordenamento urbanos, tendo como objetivo a implementação de autoestradas e vias rápidas o que significa menos trânsito citadino e menor poluição aumentando a qualidade de vida em centros urbanos.

A renovação urbana tem sido vista pelos proponentes como um motor económico e um mecanismo de reforma, enquanto os críticos evidenciam-no como um mecanismo de controlo, podendo melhorar as comunidades existentes e, em alguns casos, resultar na demolição de bairros sociais.

Muitas cidades, utilizaram programas de renovação, agora ultrapassados, onde a revitalização da área central de negócios era feita criando zonas industriais e concentrando a população em zonas urbanas como processo de gentrificação de bairros residenciais (Bullard, 2007). Com o tempo, a renovação urbana evoluiu para uma política menos destrutiva e mais de investimento na renovação, sendo hoje parte integrante de muitos governos locais, combinando incentivos para proprietários e comércio.

O conceito de renovação urbana como método de reforma social surgiu em Inglaterra como uma reação às condições cada vez mais precárias e insalubres dos bairros sociais urbanos

resultado da rápida industrialização das cidades do século XIX. A agenda que emergiu foi uma doutrina progressiva assumindo que melhores condições de habitação, resultariam em melhor atitude moral e económica.

Muita da denominada reabilitação urbana já sofreu várias fases evolutivas, desde a simples destruição e posterior relocalização de bairros, à reconstrução no período pós-guerra, tendo este fenómeno sido repetido em muitas das mais importantes capitais Europeias como Londres e Paris.

O fenómeno da reabilitação urbana no Séc. XXI resulta das estratégias aplicadas historicamente em prole do desenvolvimento e planeamento. Muitas das estratégias assentes em zonamento, correspondiam às necessidades evolutivas das várias épocas pela facilidade de acessibilidades foram dispersando o grande comércio e indústria para as periferias. Esta evolução resultou no abandono dos centros históricos que, quer pelo natural envelhecimento das infraestruturas, quer pela dificuldade nas acessibilidades e condições resultaram no progressivo abandono de habitantes e consequentemente do comércio.

### **3.2. Reabilitação urbana em Portugal**

As zonas urbanas do interior português estão a sentir os efeitos da perda de população, degradação do centro histórico e a consequente concentração populacional nas periferias que teve a sua maior expressão na década de 90 do século passado. Existindo hoje um esforço por parte dos autarcas das principais cidades do país em travar a degradação dos seus centros históricos, criando-se inclusive sociedades de reabilitação para esse fim.

Com o abandono e consequente degradação dos centros históricos verifica-se o aumento da insegurança. Nas grandes cidades formam-se guetos, são ocupados edifícios que outrora foram identitários da cidade, muitas das vezes em estado tal de degradação que constituem perigo público, tanto para os ocupantes como para os transeuntes que por ali ainda circulam.

Os centros históricos revelam ser um dos principais problemas das cidades nas últimas décadas, sendo diversas as razões que levaram a um gradual despovoamento nestes centros. Estas áreas centrais que eram o centro do comércio foram sendo substituídas por outras



regiões da cidade, onde se concentraram atividades ligadas aos mais variados sectores, que outrora dinamizavam as zonas históricas.

“O centro histórico, outrora constituía o centro vital da urbe no seu complexo social, meios urbanos de produção e de comércio, negócios e administração. Entretanto, a expansão física rompe este quadro, ao deslocar os sectores produtivos, administrativos e residenciais, dando lugar à desertificação e envelhecimento da população residente, à pobreza e à degradação da atividade económica e dos edifícios.” (Caetano, 1999)

Com a fixação de cadeias de vendas multinacionais espalhadas pelas zonas periféricas das cidades, conhecidos centros comerciais e onde se pode comprar um pouco de tudo proporcionando também inúmeras atividades de lazer sem ter que sair do espaço. Se a estas vantagens se adicionarem estacionamento livres e de fácil acesso, pode-se entender a perda de atratividade dos centros históricos.

Por outro lado, observamos os centros históricos com os comerciantes que ainda resistem tentando manter os seus pequenos negócios em funcionamento, muitos sem ideias para atrair clientes, sem condições quer de espaço quer financeiras para expandir a oferta, e com o abandono do centro histórico viram os edifícios a entrar em degradação sem que ninguém interviesse. Com este afastamento a importância destes centros diminuiu, diminuindo também o investimento público e privado que neles se fazia. Assim, foi-se assistindo a uma degradação progressiva não só do património cultural, mas também da identidade subjacente a estes centros históricos.

Não sendo este um problema novo e numa tentativa de valorizar o património cultural destas zonas da cidade e, conseqüentemente, torná-lo mais atrativo, ao longo das últimas décadas, têm surgido alguns documentos internacionais, tais como: a carta de Atenas, a carta de Veneza e a Convenção para a proteção do património mundial, cultural e natural. Estes documentos despertaram consciências acerca deste assunto, permitindo olhar para os centros históricos com uma perceção diferente. Muitos são os que pensam em soluções para de uma forma fácil revitalizá-los de forma sustentável. A partir daqui dá-se efetivamente uma grande mudança de mentalidades, a preocupação com o ambiente e a sustentabilidade das ações.

Outra medida importante a considerar é a integração do meio urbano com o meio natural pensando nele como um todo. Pensar as cidades e o seu ecossistema de forma sustentável e com olhos no futuro, mas com respeito pelo passado e presente, o equilíbrio entre o social, o económico e o ambiental.

Quando se olha para o centro histórico de uma cidade o que se vê são edifícios antigos e alguns bastante degradados. A população residente é maioritariamente idosa, e os arrendatários pagam rendas muito baixas o que não permite a realização de obras de reabilitação. Esta realidade justifica, na maioria das vezes, que as pessoas estejam a viver em condições precárias. Assim sendo é da responsabilidade da sociedade olhar para o património adjacente, seja ele material ou cultural, e ter consciência do valor que este património tem nas nossas cidades.

### **3.3. O conceito de Reabilitação urbana e sua aplicabilidade**

A indústria da construção é um setor com grande impacto na economia, no PIB (Produto Interno Bruto) e ainda em postos de trabalho diretos e indiretos. Com a crise económica e financeira que afetou o país, este setor acabou por ser um dos mais afetados, isto porque ao mesmo tempo que ocorre o aumento de desemprego com o agravar da crise, ocorre também a saturação do mercado com construção nova e desertificação dos centros urbanos com a degradação das habitações. Posto isto, surge como impulsionador de economia, a hipótese de apostar na reabilitação urbana, que com a legislação em vigor e com os incentivos dados pela tutela tem tudo para impulsionar o setor.

A reabilitação urbana é muitas vezes confundida com a reabilitação de edifícios devido à associação que se faz com a sua intervenção apenas física. No entanto, a reabilitação urbana sofreu uma evolução ao longo das últimas décadas devido à sua complexidade relacionada com os seus objetivos e princípios. Por esta razão, tornou-se necessário enquadrar o conceito de reabilitação urbana, não apenas como uma intervenção no património edificado, mas também na sua intervenção em espaços públicos, surgindo então a importância de conservar e proteger a cultura, o ambiente, a economia e a sociedade para além da arquitetura dos edifícios existentes.

O conceito de reabilitação urbana sofreu diversas atualizações durante as últimas décadas, tornando-a num conceito mais abrangente como já foi anteriormente referido. É, no entanto, necessário destacar a reabilitação de edifícios como uma intervenção meramente física. Neste contexto, a reabilitação de edifícios visa assegurar a sobrevivência de edifícios que, por falta de uso, ou na maioria das vezes, devido à sua antiguidade, e falta de manutenção, encontram-se devolutos ou com elevados níveis de degradação, ou seja, trata-se de uma tarefa complexa, que exige conhecimentos aprofundados desde os materiais a usar na reabilitação às técnicas usadas para o efeito.

O novo regime jurídico de edificação urbana (RJEU) encontra-se, essencialmente, direcionado para a vertente da degradação do edificado, principalmente nos centros urbanos das grandes cidades, sendo, por isso, fundamental que haja uma participação ativa e financeira dos particulares para que a reabilitação dos edifícios seja viável.

É neste âmbito que a necessidade de reabilitar tem vindo a assumir uma relevância cada vez maior, podendo ser uma solução para atenuar diversos problemas económicos e ambientais, decorrentes das especificidades da atividade do sector da construção.

Em termos ambientais, a forte expansão urbana que se fez sentir nas últimas décadas, trouxe diversos problemas, nomeadamente o aumento do uso de transporte privado na deslocação das pessoas para o trabalho que em grande parte, se encontra nos centros urbanos, aumentando por isso o trânsito rodoviário nas cidades. Entre outros problemas ambientais, estão a forte ocupação de áreas rurais para a construção de novas habitações, o que leva à diminuição das áreas rurais nas periferias das cidades.

### ***3.3.1. Formas de Intervenção física a nível urbano***

Numa breve abordagem às diferentes formas de intervenções físicas a nível urbano para além da Reabilitação Urbana, são definidas:

- Revitalização Urbana, pretende aumentar a qualidade de vida das populações através da implementação de um processo de planeamento estratégico capaz de estabelecer diversos vínculos entre territórios, pessoas e atividades de modo a garantir a sustentabilidades entre diversos aspetos independentes possibilitando a sua interligação como por exemplo, o desempenho económico e financeiro, a sustentabilidade física e ambiental e coesão social e cultural;
- Requalificação Urbana, tem como objetivo principal intervir de forma estratégica num determinado território proporcionando um melhor desempenho económico, cultural e social, através de trabalhos de construção e recuperação de espaços públicos como também de infraestruturas que possibilitam valorizar o património existente. Em muitos casos, a requalificação urbana promove um aumento da qualidade de vida nos centros urbanos, gerando assim, um conceito de centralidade urbana;
- Renovação Urbana, conceito que visa renovar o centro das cidades através da demolição do edificado existente de modo a substituí-lo por edifícios com características diferentes destinados, principalmente, a atividades económicas, nomeadamente, a localização de escritórios e de empresas que procuram a centralidade das cidades para desenvolverem as suas atividades económicas, adquirindo uma posição estratégica e favorável face a empresas de menor disponibilidade financeira. Em suma, com a renovação urbana, pretende-se substituir o edificado existente nos centros das cidades por novos edifícios destinados à atividade económica do sector terciário, atraindo assim, empresas de grande dimensão. Em contrapartida, o centro da cidade deixa de ter uma função residencial que passa a localizar-se principalmente nas periferias deste, ao qual se juntaram empresas com menor capacidade financeira.

A reabilitação urbana deve ser entendida como um conjunto de intervenções integradas aplicadas às áreas urbanas. Esta tem como foco manter o património urbanístico e cultural, através de obras que permitam a remodelação e beneficiação das infraestruturas, dos equipamentos, dos espaços para utilização coletiva, espaços verdes e possibilitando, que haja lugar a obras de construção, ampliação, reconstrução, alteração, conservação ou da necessária demolição dos edifícios em que já não seja possível ou viável a sua reconversão ou reabilitação.

Embora a reabilitação urbana aparente ser um processo individualizado e seccionado, o processo é consideravelmente mais complexo, pois deverá ser vista como um todo, pensada de uma forma global integrando os vários componentes da área a intervir, e até se possível integrada em instrumentos de planeamento como o PDM (Plano Diretor Municipal).

Os problemas são comuns a todo o tecido urbano nacional. Verifica-se a falta de manutenção, durante muitos anos, do edificado nos centros históricos, abandono dos habitantes e encerramento de grande parte do comércio anteriormente existente nesses centros históricos. Estes foram os principais responsáveis pelo estado em que hoje se encontram a maioria das nossas cidades.

Cada vez mais a maior consciencialização, por parte dos cidadãos, da necessidade de preservar os centros históricos das cidades, aliada ao conceito de sustentabilidade, cada vez mais incutido como indissociável, especialmente quando se trata de valores como a proteção ambiental, consumos energéticos e a valorização patrimonial.

Os centros históricos constituem um património cultural de grande valor. Desta forma, as intervenções a realizar devem considerar que a nova utilização dada a um determinado edifício cumpra o princípio de manter aquilo que lhes é próprio e que lhes confere carácter.

Em termos de custo, colocam-se obstáculos à reabilitação urbana que devem ser avaliados não da forma convencional, adotada pela nova construção, pelo custo da intervenção ao m<sup>2</sup>, mas tendo em conta o valor efetivo dos trabalhos, considerando o valor acrescentado que tem essa intervenção, no seu valor histórico, urbanístico, cultural ou mesmo arquitetónico. Assim tem havido um crescente interesse em preservar esse legado, mas, sendo esse mesmo interesse condicionado pelo fator económico que o influencia negativamente e pelo social que o influencia positivamente.

Para o processo de reabilitação de um centro histórico é fundamental estabelecer critérios bem definidos como a natureza dos edifícios a reabilitar, a sua natureza construtiva ou estrutural e a sua integração com o resto do centro urbano onde se encontra. De uma forma genérica podemos evidenciar princípios, aos quais devem obedecer todas as intervenções de reabilitação.

Estes princípios vêm a ser discutidos e recomendados por vários documentos ao longo da história como:

- Carta Internacional sobre Conservação e Restauro dos Monumentos e dos Sítios (Carta de Veneza 1964)
- Carta Europeia do Património Arquitectónico (Amesterdão, outubro de 1975)
- Convenção de Granada da Salvaguarda do Património Arquitectónico da Europa (outubro de 1985)
- Carta das Cidades Históricas (ICOMOS, outubro de 1987);
- Carta de Cracóvia (2000)

### **3.4.Reabilitação de áreas em zona de risco de cheia**

#### **Reabilitação Urbana**

A reabilitação urbana tem de ser encarada como muito além de uma intervenção localizada deste ou daquele edifício e ser pensada como uma intervenção física de recuperação e valorização do património. A reabilitação urbana limita a deterioração da paisagem, ao mesmo tempo que fomenta a cidadania, fixa a população residente, potencia o comércio tradicional e alicia o turismo, criando também condições para atrair os jovens para os centros históricos.

Ver a cidade como um organismo vivo que cresce muda e obviamente evolui com o seu centro tornando-o dinâmico cheio de vida, atrativo mostrando a todos os seus valores e mais-valias.

Reabilitar é mais do que apenas arranjar, é também atualizar conservando e preservando a identidade. A revitalização de um centro histórico é um processo que tem de envolver toda a comunidade e passa quer pela introdução de novas atividades e pelo preenchimento das áreas devolutas, quer pela reabilitação de edifícios antigos ou devolutos dando-lhes novas

valências, quer, ainda, pela construção de novos que venham a complementar o centro pensado como um todo.

É preciso identificar o problema e as características particulares de cada centro urbano pois cada um tem particularidades que o distinguem de outros, embora existam problemas comuns entre eles como por exemplo:

O envelhecimento – A população residente nestas áreas é maioritariamente idosa, e com a idade vêm os problemas de saúde e problemas com a mobilidade. O facto de estes habitantes viverem de reformas que em muitos casos mal garantem a sobrevivência inviabiliza que possam custear qualquer tipo de recuperação das suas casas.

Com a ausência de jovens e da população com poder de compra a recorrer a outros sítios dificulta a vida dos comerciantes dos centros históricos até porque os residentes, idosos não têm poder de compra. Tem efetivamente graves consequências podendo ter ainda repercussões maiores, nomeadamente em atividades económicas e na segurança principalmente à noite. Quer isto dizer que, sendo a maioria da população residente idosa, naturalmente, o poder de compra que possui é muito pouco significativo, o que condiciona a permanência de atividades económicas aí implementadas.

Apesar das inúmeras tentativas para resolver este problema, a habitação não deixou de afetar a imagem dos centros históricos portugueses. O congelamento das rendas foi, talvez, a medida que mais contribuiu para a degradação das habitações. O estado de ruína destas casas, muitas em risco de desmoronamento, deve-se ao facto de serem privadas. Por outro lado, a atual legislação faz com que as autarquias percam o direito de intervir, sendo apenas responsáveis pelo licenciamento das obras requeridas. Outra situação, para além de grave, torna-se insuportável uma vez que, como já foi referido anteriormente, se trata de população idosa e com poucos recursos financeiros. Como os proprietários ficaram impedidos de aumentar as rendas sendo estas muito baixas, os mesmos usam essa razão para alegar não ter condições para intervir no seu edificado. Assim, não apenas deixam os edifícios desmoronarem, e devido também à especulação imobiliária aguardam o desmoronamento natural dos edifícios para mais tarde poderem vender os terrenos por um valor muito mais elevado. Existindo idosos a viver em condições deploráveis.

As ruas do centro histórico são normalmente estreitas e sem possibilidade de estacionamento ou sequer de passeios para os peões. Assim é necessário fazer um estudo criterioso do sentido de tráfego e ainda mais complicado é a montagem de estaleiros para apoio à reabilitação dos edifícios. O traçado do centro histórico com ruas estreitas complica bastante a circulação de veículos, o que condiciona também a circulação de peões. Mas, como referido anteriormente, ao pensar numa reabilitação urbana esta tem de ser vista como um todo, assim não basta só reabilitar os edifícios, pensar em novos traçados das ruas, pensar nos que lá vivem, nos que lá trabalham e também quem queremos que passe a pertencer a estes grupos.

### O caso de Tomar

Tomar embora não seja uma cidade de grande dimensão, como outras, apresenta os mesmos problemas que as outras no que diz respeito à degradação e abandono do centro histórico.

Por essas razões existe em curso várias ações que visam mitigar esses fatores.

Estas têm-se traduzido em Programas de Intervenção que obtêm financiamento do Orçamento de Estado, de Fundos Estruturais da União Europeia e de outras entidades que pretendam dar apoio.

### Reabilitação Urbana: Programas de Intervenção

ARU (área de reabilitação urbana)



### **3.5. Reabilitação como processo integrado**

Para a realização de uma boa reabilitação, torna-se necessário que nela intervenham equipas multidisciplinares, ou seja, realizada por vários técnicos de diferentes áreas como por exemplo arquitetos, engenheiros, conservadores, historiadores, etc.

Estes devem trabalhar de forma coordenada e com o mesmo objetivo final. Porque ao preparar uma reabilitação numa determinada zona dever-se-á conhecer as condicionantes do espaço, tais como edifícios classificados e a sua área de proteção, quer condicionantes de espaço físico para a realização das obras, ou ainda os proprietários de alguns edifícios quer por falta de meios financeiros quer pela falta de manutenção e conservação que submeterem seus imóveis.

Os trabalhos a desenvolver pelos técnicos e responsáveis pela reabilitação seguem uma determinada ordem, a saber:

- Fazer o enquadramento histórico de todos os edifícios alvo de reabilitação referindo a sua importância para a região onde está inserido.
- Fazer a caracterização construtiva do edifício tendo em conta a constituição de paredes, pavimentos, coberturas, revestimentos, vãos, etc.
- Descrever intervenções de reabilitação ou alteração anteriormente realizadas no edificado e operações de conservação e restauro que possam ter ocorrido que possam ter alterado o comportamento original das estruturas.
- Fazer o levantamento topográfico através de plantas existentes ou então efetuar medições e representação em planta de toda a área a ser intervencionada.
- Ir para o terreno e fazer uma inspeção visual e cuidada, recorrendo ao registo fotográfico das anomalias observadas.
- Fazer um relatório onde constem fichas de anomalias identificadas por tipologia da anomalia e por elemento construtivo.
- As fichas de anomalias devem ser normalizadas e totalmente preenchidas com indicação do tipo de anomalia, zona onde foi detetada possível causa da mesma e uma proposta de solução para a sua resolução.

- Para se fazer um diagnóstico e apresentar as causas prováveis para o aparecimento das anomalias, posteriormente a uma inspeção visual torna-se necessário propor ensaios de diagnóstico para auxiliar na determinação das causas dessas anomalias.

O estudo das patologias das construções e a sistematização das técnicas usadas para a reparação das mesmas tem assumido cada vez mais importância para todos os intervenientes no processo de reabilitação e conservação dos edifícios mostrando uma progressiva evolução.

### 3.6.Legislação aplicável

Enumeração de legislação acerca das operações de reabilitação urbana, efetuadas sobre imóveis degradados, no que diz respeito às condições de uso, solidez, segurança, estética ou salubridade. Com a proximidade do rio tem de se ter em conta também as limitações impostas pela legislação sobre o domínio público hídrico. Neste âmbito destaca-se a legislação apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Resumo da legislação que influencia as ações de reabilitação

Legislação	Âmbito
Resolução do Conselho de Ministros n.º 48/2016 - Diário da República n.º 168/2016, Série I de 01 de setembro	Determina a criação do Fundo Nacional de Reabilitação do Edificado
Lei n.º 31/2014 de 31 de maio	Estabelece as bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo.  Tratando-se de uma Lei de Bases, representa o primeiro passo para a reforma em curso dos vários diplomas que regulam o

	planeamento e o ordenamento do território, o urbanismo e edificação, o cadastro e a cartografia.
Lei n.º 32/2012 de 14 de agosto	Procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de outubro, que estabelece o regime jurídico da reabilitação urbana, e à 54.ª alteração ao Código Civil, aprovando medidas destinadas a agilizar e a dinamizar a reabilitação urbana.
Decreto-Lei n.º 307/2009 de 23 de outubro	Regime Jurídico de Reabilitação Urbana.
Lei n.º 95-A/2009 de 2 de setembro	Lei de Autorização Legislativa.
Lei n.º 64-A/2008 de 31 de dezembro	Orçamento de Estado para 2009. Alterações ao EBF. Incentivos à reabilitação urbana. (Artigo 71º)
Decreto-Lei n.º 159/2006 de 8 de agosto	Definição do Conceito Fiscal de Prédio Devoluto.
Decreto-Lei n.º 157/2006 de 8 de agosto	Regime Jurídico das Obras em Prédios Arrendados.
Decreto-Lei n.º 156/2006 de 8 de agosto	Regime de Determinação e Verificação do Coeficiente de Conservação.

Decreto-Lei n.º 104/2004 de 7 de maio	Regime Excecional de Reabilitação Urbana para as Zonas Históricas e Áreas Críticas de Recuperação e Reconversão Urbanística ATENÇÃO: REVOGADO pelo Decreto-Lei n.º 307/2009 de 23 de outubro.
Decreto-Lei n.º 39/2001 de 9 de fevereiro	Regula o programa de apoio financeiro especial designado por SOLARH, destinado a financiar, sob a forma de empréstimo a conceder pelo Instituto Nacional de Habitação (INH), a realização de obras de conservação ordinária ou extraordinária e de beneficiação.
Decreto-Lei n.º 329-C/2000 de 22 de dezembro	Regime Especial de Comparticipação na Recuperação de Imóveis Arrendados.
Decreto-Lei n.º 105/96 de 31 de julho	Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas Antigas.
Decreto-Lei n.º 106/96 de 31 de julho	Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal.
Decreto-Lei n.º 215/89 de 1 de julho	Estatuto dos Benefícios Fiscais

Decreto-Lei n.º 468/71 de 5 novembro	Regime jurídico dos terrenos do domínio público hídrico, no qual se incluem os leitos e as margens das águas do mar, correntes de água, lagos e lagoas, de modo a facilitar o seu aproveitamento para os diversos usos de que são economicamente suscetíveis.
Decreto-Lei n.º 353/2007, de 26 de outubro	Estabelece o procedimento de delimitação do domínio público hídrico
Decreto-Lei n.º 100/2008 - de 16 de junho	Estabelece os procedimentos relativos ao destino a dar às áreas compreendidas no domínio público hídrico do estado em relação a usos com este compatíveis, nos termos legais, ou quando deixem de estar afetas exclusivamente ao interesse público do uso das águas
Portaria n.º 931/2010, de 20 de setembro	Define os elementos necessários à instrução dos processos de delimitação do domínio público hídrico por iniciativa dos proprietários, públicos ou privados, de terrenos de áreas confinantes com domínio público hídrico e estabelece igualmente a taxa devida pela apreciação dos procedimentos de delimitação do domínio público por iniciativa dos particulares.



## **Capítulo 4. Risco de cheia**

**Resumo:** pretende-se neste capítulo diferenciar os conceitos de cheia e inundação, tipologias de cheia a importância que representa este risco para as áreas urbanas.





#### **4.1. Distinção conceptual de cheia e inundação**

A definição de cheia não é consensual entre autores, o que leva muitas vezes a que se use os dois termos como sendo sinónimos não o sendo. Assim, é acertado dizer que todas as cheias provocam inundações, mas nem todas as inundações são devidas a cheias (Ramos, 2005). As cheias são fenómenos hidrológicos extremos que devido ao transbordo do rio em relação ao seu leito regular. Esse extravasamento provoca a inundação dos terrenos ribeirinhos.

Esta falta de uniformidade na definição de conceitos é, aliás, reforçada por diversos autores. Almeida (2006), refere que uma cheia natural consiste no escoamento de água muito intenso em consequência da ocorrência de causas naturais, provocando extravasamento e inundações, cobertura temporária de uma área por água.

Outro autor (Lima, 1992) define cheia como a inundação temporária provocada pela água de um rio, oceano, lago ou outro corpo de água sobre terrenos adjacentes, afetando o uso do solo e a normalidade da atividade humana. Podendo assim afirmar que as cheias são a principal causa das inundações.

Do ponto de vista hidrológico, verifica-se a ocorrência de uma cheia quando a bacia hidrográfica é sujeita a uma alimentação de água de tal forma intensa e prolongada que o caudal que daí resulta e que afluí à rede hidrográfica excede a capacidade normal de transporte ao longo desta rede, extravasando-se e alagando (inundação) os campos marginais (Portela, 2008).

Rocha, (1995) faz também a distinção entre estes dois conceitos no qual a cheia “está associada à ocorrência de um valor muito elevado de caudal num curso de água, resultante da ocorrência de precipitação intensa.” Realçando que, quando a cheia provoca o extravasamento do leito normal, invadindo os terrenos ribeirinhos, ocorre a inundação.

O conceito de cheia para Ojeda (1997) corresponde a um processo natural, sem periodicidade e com grandes consequências ambientais, em resultado de um aumento significativo e repentino do caudal de um sistema fluvial. Whittow (1988, citado por Ojeda), define inundação quando há submersão de uma área da superfície terrestre, que normalmente não está coberta pela água, devido a um aumento rápido do nível de água em questão.

Os conceitos de cheia e inundação correspondem a fenómenos hidrológicos extremos, de frequência variável, naturais ou induzidos pela ação humana, sendo que a cheia consiste no transbordo de um curso de água relativamente ao seu leito ordinário, originando a inundação dos terrenos ribeirinhos, enquanto a inundação consiste na submersão de uma área usualmente emersa (Ramos, 2006).

A Diretiva Europeia 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de outubro de 2007 relativa à Avaliação e Gestão de Riscos de Inundação, define a inundação como sendo “a cobertura temporária por água de uma parcela do terreno fora do leito normal, resultante de cheias provocadas por fenómenos naturais como a precipitação, incrementando o caudal dos rios, torrentes de montanha e cursos de água efémeros, correspondendo estas a cheias fluviais, ou de sobre-elevação do nível das águas do mar, nas zonas costeiras”.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 115/2010, são definidos os seguintes conceitos:

Inundação - “cobertura temporária por água de uma terra fora do leito normal, resultante de cheias provocadas por fenómenos naturais como a precipitação, incremento do caudal dos rios, torrentes de montanha e cursos de água efémeros correspondendo estas a cheias fluviais, ou de sobrelevação do nível do mar nas zonas costeiras” (D.L. nº 115/2010);

Risco de Inundação - “a combinação da probabilidade de inundações e das suas potenciais consequências prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as atividades económicas” (D.L. nº 115/2010).

A redução dos riscos de inundações implica um conhecimento da natureza deste tipo de eventos. Uma classificação dos diferentes tipos de inundações ajuda a identificar certas características que requerem atenção quando se pretende mitigar estes riscos.

Qualquer classificação de inundações é sempre um pouco arbitrária, mas algumas distinções podem ser úteis entre os seguintes tipos de cheias (EEA, 2012c):

Cheias fluviais: ocorrem quando o nível da água em canais, lagos ou reservatórios sobe cobrindo terrenos normalmente secos. As causas podem ser precipitação intensa ou persistente, degelo ou acumulação de detritos que bloqueiam o escoamento no canal. A

severidade deste fenómeno varia consoante o padrão de escoamento do rio e características do meio como a constituição do solo e o nível das águas subterrâneas.

Cheias rápidas: decorrem de precipitações intensas localizadas. A gravidade do seu impacto em ambientes urbanos deve-se à vasta impermeabilização dos solos e à insuficiente capacidade dos sistemas de drenagem. São difíceis de prever devido à imprecisão associada aos padrões de precipitação local e à sua curta duração.

Cheias costeiras: ocorrem quando o nível normal do mar é ultrapassado devido ao aumento da ondulação provocada por tempestades, marés altas ou tsunamis. A sua previsão é difícil, mas a análise de riscos pode ser realizada através da utilização de modelos.

Cheias do lençol freático: dão-se quando a água subterrânea existente próxima da superfície emerge em quantidades excessivas num determinado local ou ao longo do seu trajeto. Podem dever-se a precipitações persistentes, aumento do nível do mar ou aluimento de terras. A sua previsão é possível caso existam dados relativos ao fluxo das águas subterrâneas.

Cheias devidas a falhas nas barragens: decorrem de erro humano na construção de barragens. As consequências, típicas de cheias súbitas, podem ser devastadoras. Acresce o perigo associado ao arrastamento de material de construção da própria barragem. Estas falhas não podem ser previstas, sendo possível a avaliação dos seus impactos através da modelação.

Os primeiros três tipos de cheias ocorrem em quase toda a Europa. O risco de cheias rápidas evidencia-se mais nas zonas altas do mediterrâneo e zonas montanhosas devido à topografia e padrões de precipitação. São também típicas de zonas urbanas em que o solo se encontra impermeabilizado devido às diversas construções, conduzindo a um aumento do volume e da velocidade do escoamento da precipitação, diminuindo o tempo de base do hidrograma de cheia e aumentando o caudal de ponta de cheia.

As cheias rápidas são as mais danosas, provocando um rasto de destruição após chuvas intensas e têm sendo caracterizadas pelo começo inesperado. São as cheias mais perigosas devido à sua velocidade de formação e propagação, e pelo facto de ocorrerem subitamente sem tempo de reação ou pouco tempo de aviso. Para além da impermeabilização dos solos em meio urbano, fatores como a intensidade e duração de precipitação, as condições de

superfície e a topografia e declive da bacia hidrográfica, são fatores que contribuem para a ocorrência deste tipo de cheias (EEA 2010).

Quanto à proteção civil, as inundações consideram-se como superfícies alagadas, devido à rotura de canalizações ou ao mau escoamento de águas pluviais. As cheias estão associadas ao extravasamento de linhas de água, que inundam as margens circundantes, devido ao aumento do caudal provocado por excesso de precipitação, por rotura de uma barragem, na sequência de fenómenos de origem sísmica, meteorológicos ou tectónicos (Barreiros et al, 2009). Considerando as diversas definições sobre os conceitos de inundação e de cheia, de modo a facilitar a compreensão ao longo deste trabalho será utilizado preferencialmente o termo inundação, referindo-se à cobertura temporária por água de uma terra normalmente não coberta por água, enquanto o termo de cheia estará associado aos fenómenos extremos de precipitação.

## **4.2. Tipos de inundações**

Em Portugal (Costa,1986), ocorrem três grandes tipos de inundações: as devidas às cheias dos grandes rios, que se formam ao fim de vários dias ou semanas de chuvas prolongadas; as devidas às cheias dos pequenos cursos de água, que se podem formar em algumas horas de chuva intensa; e as inundações urbanas, que se podem formar em algumas dezenas de minutos, aquando de fortes chuvadas cujas consequências são agravadas pela impermeabilização do solo.

As primeiras podem registar-se habitualmente sem perdas de vidas, devido a sistema de alerta eficaz, permitindo assim retirar pessoas e animais das áreas de inundação já conhecida, caso como as dos vales do Tejo e do Mondego.

As últimas são de fato as que possuem uma maior probabilidade de originarem perda de vidas humanas, pois em alguns casos origina-se um grande volume de água num curto espaço de tempo não permitindo o tempo necessário para o devido encaminhamento dessas águas.

Podendo as inundações serem desencadeadas por cinco grupos de fatores: os meteorológicos (chuvas intensas, localizadas num curto espaço, e que duram minutos ou horas, e chuvas

prolongadas, que afetam por vezes todo o território, e que duram vários dias ou semanas); os marítimos (fenómenos de “*storm surge*” que provocam galgamentos oceânicos da linha de costa, e maremotos); os geomorfológicos (movimentos de vertente, como os desabamentos e deslizamentos, que podem atingir os fundos de vales criando um bloqueio do canal fluvial provocando inundação a montante); os hidrogeológicos (devidos à subida do nível freático do fundo dos vales ou depressões topográficas); e os antrópicos (devido à intervenção humana com a construção de barragens, originando a inundação a montante, e potenciando o risco caso haja o rebentamento das mesmas, originando uma cheia de derrocada).

De acordo com Lencastre (1992), “as cheias, tal como habitualmente são conhecidas, podem ser subdivididas em pequenas cheias, perfeitamente localizadas, com inundação de áreas reduzidas e poucos danos causados; e em grandes cheias, de carácter generalizado, com inundação de grandes áreas e prejuízos elevados”.

A Diretiva Europeia “Avaliação e Gestão de Riscos de Inundação” indica no ponto 10 das considerações prévias a existência de vários tipos de inundações: “são vários os tipos de inundações que ocorrem em toda a comunidade: cheias de origem fluvial, cheias repentinas, inundações urbanas, e inundações marítimas em zonas costeiras”.

### **4.3. Inundações fluviais**

Sendo o caso de estudo o da cidade de Tomar, serão mais debatidas as inundações fluviais. Podendo estas ocorrerem de cheias progressivas ou de cheias rápidas. Como já referido para a gestão do risco deve-se ter em conta a diferença entre elas. O tempo útil para a reação depende dessa distinção.

As cheias rápidas ou repentinas (literatura inglesa, “*flash floods*”) são caracterizadas pelo rápido aparecimento das mesmas relativamente ao período de tempo em que ocorre o acontecimento pluvial. Consideram-se sujeitas a cheias repentinas as bacias hidrográficas a que correspondem tempos de concentração até às 6h, segundo alguns autores, ou 12h, segundo outros (Portela, 2000).

Assim temos, as cheias rápidas que se devem a precipitações muito intensas, normalmente de curta duração e circunscritas a áreas relativamente pequenas. No entanto, embora afetem quase sempre pequenas bacias hidrográficas, têm grande potencial destruidor podendo ser devastadoras. O caso das cheias de 1967 e 1983, ambas na região de Lisboa, em fevereiro de 2010, na ilha da Madeira, e mais recentemente, em outubro de 2015, na zona de Albufeira no Algarve.

No Plano Nacional da Água (INAG, 2000) é feita a distinção entre dois tipos de cheias. Explicando que, a irregularidade pluviométrica que se verifica em Portugal, dá origem a eventos de precipitação intensos e concentrados que podem provocar problemas de inundações e cheias repentinas, quando a capacidade de escoamento dos leitos dos cursos de água é insuficiente para drenar o volume de água afluente, provocando a inundação das áreas ribeirinhas. Por outro lado, as cheias progressivas relacionam-se principalmente com eventos pluviosos prolongados no tempo que afetam principalmente as grandes bacias. Estes são eventos que saturam os solos, gerando escoamentos superficiais superiores ao encaixe no leito normal dos rios e excedendo por vezes a capacidade de armazenamento das albufeiras das barragens. No caso das cheias progressivas, a ocorrência cíclica destes eventos, desde que devidamente compreendidas e expetáveis pelas populações, permitem as adaptações específicas para que possam ocorrer as atividades humanas e a salvaguarda de bens materiais assim como vidas humanas.

#### ***4.3.1. Origem das inundações fluviais***

Para além dos fatores desencadeantes de natureza meteorológica, é importante salientar um conjunto de fatores condicionantes das cheias, os quais intervêm na frequência, dinâmica e magnitude deste fenómeno. Estes fatores, associados às componentes biofísicas das bacias hidrográficas, podem ser de diferentes tipos:

- Geometria (forma e dimensão);
- Relevo, com destaque para o declive;
- Solo e substrato geológico, responsáveis pela permeabilidade;
- Vegetação e ocupação do solo.

Em conjunto, estes fatores interferem na relação entre a quantidade de água que fica armazenada ou retida temporariamente, quer à superfície quer em profundidade, e a quantidade de água que se escoar à superfície (escoamento direto).

É a água que escoar superficialmente, sem ter sido sujeita a processos de retenção ou de infiltração na bacia hidrográfica, que constitui a quase totalidade dos caudais de cheia nos setores a jusante na bacia. Por esse motivo, bacias hidrográficas em que as condições de escoamento direto são incrementadas (permeabilidade reduzida, declive elevado) têm uma probabilidade de virem a ser afetadas por cheias, pois existe uma maior concentração da água no setor jusante dos vales.

Em particular, bacias hidrográficas com formas mais arredondadas tendem a favorecer o escoamento superficial, originando cheias de maior ponta (Figura 6).

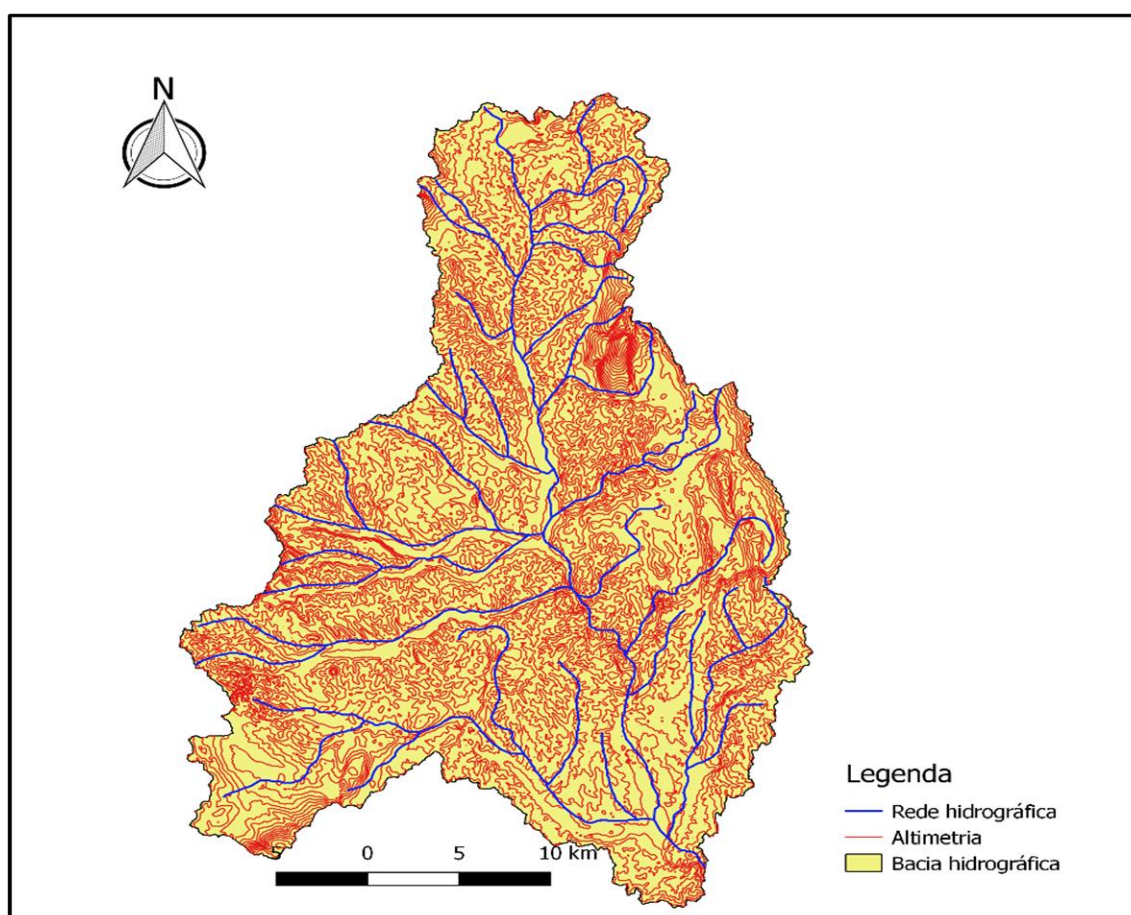


Figura 6. Forma da bacia hidrográfica do rio Nabão

Como referido anteriormente, o fator antrópico condiciona e agrava os episódios de cheias e inundações. Sendo que o Homem com a sua constante necessidade de construir tem influenciado os processos de interseção, retenção, infiltração e escoamento superficial, ou seja, a permeabilidade dos solos, notando-se o efeito a jusante dessas alterações. Sendo no meio urbano que existe mais construções, impossibilitando a infiltração da água nos solos, razão pela qual são tão frequentes as cheias em meio urbano.

Também a montante, o desaparecimento do coberto vegetal de parte da bacia hidrográfica leva a uma alteração profunda das condições de escoamento, tanto ao nível da quantidade de água que circula à superfície, como ao nível da carga sólida. Uma das principais razões o desaparecimento de coberto vegetal é a ocorrência de incêndios, expondo os terrenos da bacia hidrográfica aos processos erosivos, arrastando para a linha de água diversos detritos reduzindo a capacidade de transporte da bacia. A ausência de vegetação leva à diminuição acentuada da infiltração e retenção (potenciando mais água disponível para escoar à superfície, na sequência da precipitação), à diminuição da resistência ao escoamento (aumento da velocidade de escoamento da água), contribuindo deste modo para o aumento do poder destruidor da cheia. A Figura 7 é um exemplo representativo desse facto.





Figura 7. Remoção de árvores arrastadas pela força das águas junto à ponte velha rio Nabão

Para mitigar situações de risco associadas à ocorrência de cheias, a bacia hidrográfica deve sempre ser estudada de forma integrada, avaliando as suas condições ambientais, de forma a permitir compreender como a água precipitada se distribui ao longo dos diversos processos de escoamento.

#### ***4.3.2. Medidas de mitigação das inundações***

As medidas de defesa e mitigação de eventos extremos como inundações podem assumir duas formas: estruturais e não-estruturais.

As medidas estruturais, a nível administrativo, são medidas que têm como propósito reduzir um ou vários parâmetros das cheias, do ponto de vista hidráulico ou hidrológico, ao nível das áreas inundáveis, caudal, altura de cheia, entre outros. Medidas como por exemplo são:

- Diques, barragens e bacias de retenção;
- Modificação no leito e regularização fluvial;
- Modificação na bacia de escoamento;
- Minimização das áreas impermeabilizadas;
- Proteção das construções.

As medidas não estruturais, ao nível da propriedade, são aquelas que são estabelecidas a um nível essencialmente regulamentar, normativo e legislativo. Poderão ser estabelecidas por variadas entidades, constituindo regulamentos que definam zonamentos e regulem a construção ou documentos que contribuam para uma ação incisiva no âmbito de eventuais ocorrências naturais, como: PME (planos municipais de emergência), sistemas de alerta e previsão de cheias, ou seguros relativos a cheias.

#### ***4.3.3. Medidas já tomadas em Tomar***

Em Tomar foram tomadas algumas medidas tais como regularização dos leitos de cheia, mapeamento das zonas inundáveis, informação e envolvimento do público, limpeza e manutenção do rio, campanhas de informação tendo em vista a sensibilização da população para não efetuar descargas de lixo e entulhos no rio, sistemas de vigilância e alerta para cheias (embora não estando nas melhores condições operacionais), interdição da construção no leito de cheia do rio e apenas permissão de construções que se adequem ao grau de risco de cheia em que a zona for classificada, contratar seguros contra cheias, planos de proteção civil a usar em caso de emergência, entre outros. Neste momento procede-se por parte dos

serviços da câmara municipal de Tomar a mais uma intervenção no leito do rio Nabão desta feita no Açude de São Lourenço, ponte das Ferrarias (Figura 8).



Figura 8. Trabalhos a serem realizados no leito do rio Nabão - foto de Abel Bento (Facebook)

#### **4.4. Conceito geral de risco**

O conceito de risco não é único, pois a sua compreensão diverge entre autores e entidades. Estão descritas algumas das definições de risco obtidas após breve revisão de literatura da especialidade.

Segundo Westen et al; (2006), uma das melhores definições utilizadas para o risco, considera o risco consoante o número previsto de vidas perdidas, de pessoas feridas e desestabilização

de atividades económicas, devido a um fenómeno particular que ocorre numa área em determinado período.

De acordo, com o relatório da International Strategy for Disaster Reduction (ISDR, 2004) o risco pode ser definido como a probabilidade de consequências prejudiciais, ou perdas previstas (morte, ferimentos, propriedade, meios de subsistência, interrupção de atividade económica ou destruição ambiental) resultando das interações entre perigos naturais ou sociais e circunstâncias vulneráveis.

Segundo o caderno técnico da Autoridade Nacional de Proteção Civil (Barreiros, 2009), o risco é definido como a probabilidade de ocorrência de um processo (ou ação) perigoso e respetiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens e ambiente. Podendo ser dividido em três grupos: riscos naturais; riscos tecnológicos; riscos mistos. Com a mudança climática global, eventos climáticos extremos como inundações devem ocorrer com maior frequência e maior intensidade.

Fenómenos naturais extremos nem sempre implicam risco para as populações e seus sistemas sociais. Apenas quando as pessoas são afetadas, quer por perda de seus bens ou por interromper as suas atividades económicas se pode falar de risco. Por exemplo o fato de ocorrer uma inundação de elevada magnitude, mas numa zona desabitada, sem infraestruturas considera-se que as consequências foram nulas. Contudo, se a mesma inundação ocorrer numa zona habitada, bem organizada, com medidas de defesa estruturais para prevenção de cheias e bons planos de gestão e emergência para cheias, as consequências serão minimizadas. No entanto, numa zona pouco preparada, uma pequena inundação pode ter consequências devastadoras.

O conceito de risco está associado à interação da inundação perigosa com a vulnerabilidade dos bens expostos ao impacto das inundações (Almeida, 2007).

O Decreto-lei n.º 115/2010 define o risco de inundação como “a combinação da probabilidade de inundações, tendo em conta a sua magnitude, e das suas potenciais consequências prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural, as infraestruturas e as atividades económicas, sendo as suas consequências prejudiciais

avaliadas através da identificação do número e tipo de atividade afetada, podendo por vezes ser apoiada numa análise quantitativa”.

Devido ao facto de as inundações serem cada vez mais frequentes e severas, o risco associado a estas catástrofes é cada vez maior. Daí a consciencialização destes acontecimentos e das suas consequências promove a criação de medidas mitigadoras de eventuais cenários. A compreensão de todas as componentes que estão associados aos riscos de inundação é pertinente, pois só assim se pode abordar o problema de forma integrada.

Enquanto conceito no seu sentido mais restrito, risco “*hazard*” refere-se à probabilidade espacial e temporal de ocorrência de um fenómeno, mesmo que indesejado, pelas consequências negativas que implica para o homem e para a sociedade. Esta probabilidade ocorre das condições dinâmicas do meio natural, estas, devido ao uso que se tem feito do solo têm vindo a sofrer profundas alterações.

O conceito de vulnerabilidade procura definir as consequências previsíveis, sobre o homem e a sociedade, de um fenómeno natural. A vulnerabilidade depende da capacidade física e funcional dos elementos expostos, para resistir ao perigo. A vulnerabilidade refere-se a determinado tipo de risco e a uma região. Também depende de fatores sociais que podem contribuir, ou não, para o aumento da vulnerabilidade, isto é, pessoas que vivem na mesma localidade podem ser afetadas distintamente pelo mesmo evento (Cunha, 2006). O conceito de vulnerabilidade procura traduzir as consequências previsíveis, sobre o Homem e a sociedade, de um fenómeno natural. Pode ser avaliada de diferentes modos, desde o valor económico-financeiro dos prejuízos (análise custo-benefício) e a quantidade de energia necessária para reparar as perdas e danos, às chamadas técnicas multicritério em que se conjugam diversos destes elementos (Dauphiné, 2001).

Por fim, a vulnerabilidade de uma determinada região depende da sua densidade populacional, das suas organizações sociais e da sua cultura. Assim, a perceção de segurança por parte das pessoas também afeta a vulnerabilidade caso estas não estejam sensibilizadas e alertadas para a probabilidade de ocorrer algum fenómeno que lhes provoque prejuízos, num cenário extremo, a sua incapacidade de reação poderá levar a uma maior consequência.

#### 4.4.1. Classificação do risco

O risco pode ser classificado de duas maneiras, a nível qualitativo ou quantitativo de perdas de vidas, de bens e de património (construído e ambiental). A nível quantitativo, esta análise é sustentada pela avaliação prévia da vulnerabilidade e do valor dos elementos expostos, e em acordo com o esquematizado na Figura 9. Assim, a análise quantitativa do risco permite a avaliação do valor do risco de inundações associado a uma determinada área geográfica.

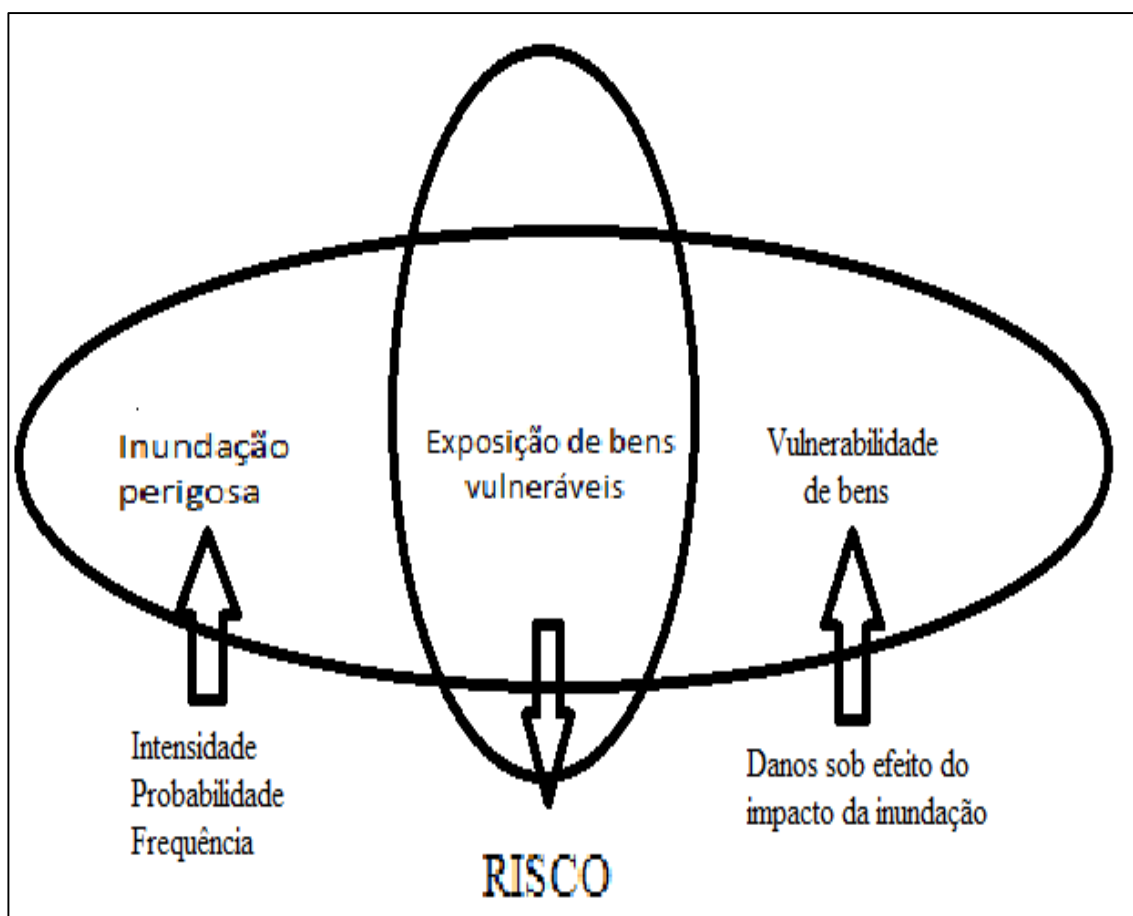


Figura 9. Representação do conceito geral técnico de risco de inundações (Almeida, 2007)

Segundo Almeida, (2007), na dimensão técnico-científica simplificada, o risco de inundação pode ser definido do seguinte modo:

**Risco = (probabilidade da cadeia de acontecimentos desde a origem até ao impacto) x (consequência de impacto da inundação).**

Tal como Kron, (2003) e Vrijling et al; (2005) também Westen et al; (2006) referem que a melhor definição de risco é a que relaciona os três parâmetros: probabilidade de ocorrência do fenómeno extremo, exposição e vulnerabilidade. Assim, para Westen et al; (2006) a melhor representação esquemática pode resumir-se numa fórmula referenciada por vários autores, tais como, Varnes (1984), Fell (1994), Leroi (1996) e (Lee and Jones, 2004), correspondente à seguinte equação:

**Risco = (probabilidade de ocorrência) x (exposição à inundação** [número de pessoas, de habitações ou valores económicos) **x (Vulnerabilidade específica** [danos potenciais resultantes] **associados à inundação**, cujo valor varia entre 0 e 1).

#### *4.4.2. Análise qualitativa e quantitativa dos riscos*

A análise de risco é muito variada e são muitos os métodos usados para a mesma consoante o seu campo de aplicação. Quando há falta de dados estatísticos sobre os acidentes, recorre-se à avaliação qualitativa, os acidentes têm aspetos diferentes de ocorrência para ocorrência. O cerne da metodologia qualitativa reside na avaliação de cada aspeto que afete o risco, seguindo por raciocínios sistemáticos apoiados na competência dos peritos e na experiência adquirida com ocorrências anteriores (Martins, 2009).

Para uma análise quantitativa é necessário que haja um conjunto de dados relativos aos acidentes ocorridos, quer em número suficiente quer na qualidade dos mesmos. Relativamente às catástrofes naturais, a falta de dados relativos à generalidade dos eventos passados é um fator limitativo do seu uso, em virtude de a existência de dados históricos ser um pré-requisito dos métodos quantitativos, uma vez que, com dados de partida, a análise quantitativa é meritória, mas, sem dados, é desprovida de qualquer sentido (Munteau, 2007).

#### **4.5. Importância do mapeamento de inundação e de risco de inundação**

Durante as últimas décadas verificou-se um aumento da consciencialização da população para as consequências das inundações e o seu desenvolvimento de medidas de redução e mitigação deste tipo de eventos. Esse desenvolvimento de técnicas para a redução e mitigação das consequências das inundações é necessário que acompanhe os tempos, a transição de estratégias tradicionais de defesa de inundações, para uma abordagem destas estratégias a nível europeu, uma vez que podendo aprender uns com os outros, devemos adotar as soluções mais desenvolvidas e eficientes que é do conhecimento humano.

A União Europeia adotou a Diretiva relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações, que obriga ao mapeamento das zonas inundáveis e à realização dos mapas de risco de inundações e à elaboração de planos de gestão dos riscos de inundação. Para a elaboração dos planos de gestão dos riscos de inundação é fundamental a sensibilização da população e das entidades responsáveis para o risco. Somente quando estes grupos estão cientes dos riscos de inundação e são capazes de avaliar o risco é que se pode esperar uma resposta adequada a estas ameaças.

Os mapas de zonas inundáveis e os mapas de risco de inundações são uma importante ferramenta para uma comunicação eficiente. Sendo uma forma fácil de visualizar e quantificar as áreas sujeitas a um determinado risco. No que se refere a cenários de inundações, os mapas são ferramentas que dão uma melhor impressão da distribuição espacial das áreas inundadas e consequentes riscos, quando comparados com outras formas de apresentação como diagramas ou gráficos.

#### **4.6. Áreas urbanas em zonas de risco de inundação**

As cheias urbanas surgem tipicamente de uma complexa combinação de causas, resultante da conjugação de condições extremas meteorológicas e hidráulicas, tais como precipitação extrema e inundações. Contudo também é frequente que resultem da atividade humana, incluindo falta de ordenamento do território e desenvolvimento nos planos de cheias, ou de uma fenda numa barragem ou galgamento das margens por falha no planeamento do



desenvolvimento. É importante aqui distinguir entre a probabilidade de ocorrência de um evento meteorológico e a probabilidade de ocorrência de um evento de cheia.

As cheias são primeiramente derivadas dos eventos meteorológico os quais são difíceis de prever. Por essa razão, as previsões de risco de inundações são disponíveis como probabilidades geradas por computador usando dados históricos da área de interesse. Os valores de inferência baseados em observações históricas são naturalmente dependentes da disponibilidade e qualidade dos dados. Compreender essas probabilidades é assim crítico para compreender o risco. A linguagem probabilística pode ser confusa uma vez que as pessoas de uma forma intuitiva não compreendem um por cento ao ano de hipótese de cheia. O uso de um conceito alternativo da estimativa do período de retorno, como “cheia dos 100 anos” é mal-entendido como uma cheia que certamente ocorrerá nos próximos 100 anos – ou até algumas vezes entendido como uma cheia que só ocorrerá uma vez em cada 100 anos. Da mesma forma, dois eventos reportados com o mesmo período de retorno podem ter diferentes magnitudes e consequentemente afetar as mesmas pessoas de maneiras diferentes. Quando estas incertezas são inalcançáveis ou fracamente compreendidas, por exemplo devido a dados inadequados, a comunicação dos riscos de inundações em termos de probabilidades de cheias e o seu uso na decisão de gestão de cheias pode induzir em erro. O uso de mapas para a comunicação de perigos e os riscos associados é, portanto, um valor acrescido no processo de tomada de decisão.

Cartas de zonas inundáveis são ferramentas visuais para comunicar a situação de perigo numa determinada área. Mapas de perigosidade são importantes para o planeamento de atividades de desenvolvimento, de planeamento de emergência, e para o desenvolvimento de políticas. Mapas de risco de cheias incorporando informações da perigosidade de inundações dentro do contexto de dados sobre a exposição de ativos da população e sua vulnerabilidade ao perigo, podem muitas vezes ser articulados em termos de estragos esperados, e podem ser utilizados como ferramentas de tomada de decisão complementar. A previsão de cheias é outra ferramenta essencial que fornece as pessoas ainda expostas ao risco um aviso prévio de inundações num esforço para salvar vidas e bens. No entanto, sem uma análise das causas físicas de inundações registadas, e da geofísica, biofísico e antropogénica, ou feito pelo homem, o contexto que determina o potencial de formação de cheia, as previsões têm o potencial de contribuir para os danos causados pelas inundações,

quer por subavaliar quer por sobreavaliar o perigo. Modelação da perigosidade de hoje tem muitos desafios. Para a projeção do risco futuro de cheias, existem ainda maiores fontes de incerteza. A suposição normalmente feita é que os padrões de cheias futuros serão uma continuação do passado, porque eles são gerados a partir dos mesmos processos cíclicos de clima, terreno, geologia, e outros fatores. Sempre que esta suposição é verdade, um sistema é dito ser estacionário, o que torna o futuro previsível a partir do passado. Se esta hipótese não é verdade, o futuro torna-se muito mais incerto. Para inundações urbanas, duas potenciais fontes importantes de que é, consequentemente, denominado não estacionário (ou seja, padrões e tendências passadas são pobres preditores do futuro), são o rápido desenvolvimento de áreas propensas a cheias consoante a urbanização prossegue, e as mudanças no clima padrões associados à mudança climática.

Estando perante uma área urbana para reabilitar que esteja inserida numa zona com elevado risco de inundação requer uma metodologia mais exigente.

Primeiro definem-se os conceitos fundamentais ligado às inundações e as suas causas, caracterizam-se as zonas inundáveis e as principais patologias nos edifícios provocadas pelas inundações.

Só após este conhecimento, então, prepara-se a reabilitação do edificado atingido, assim como prever medidas para proteção futura assumindo uma atitude de prevenção ao invés de apenas se pensar em reparação dos estragos há que evitá-lo.

Compreender o risco requer uma melhor apreensão do tipo e causas das inundações, as probabilidades de ocorrência e a sua expressão em termos de extensão, duração, nível e velocidade. Este conhecimento é essencial para projetar medidas e soluções as quais podem prevenir ou limitar os estragos para tipos específicos de inundações. Igualmente importante é a frequência e o local onde é provável que ocorram estes eventos. Que recursos e que população ocupa a área potencialmente afetada, a vulnerabilidade dessa população e das suas habitações e como estão planeadas e desenvolvidas, e o que já fizeram para a redução do risco de inundação. Isto é crítico no processo de aprendizagem da necessidade, urgência e prioridade para a implementação de medidas de gestão do risco de inundação. Com a evolução do risco de inundação ao longo do tempo, os gestores com responsabilidades neste campo necessitam também de readaptar as decisões tendo em conta as alterações climáticas.

Informação acerca dos modelos existentes usados para ter em conta as alterações climáticas a diferentes escalas e um entendimento acerca das incertezas resultantes desses resultados necessitam de estar no núcleo do processo de tomada de decisões. As áreas urbanas podem ser inundadas por rios, cheias costeiras, pluviais, por lençol freático ou ainda por falha nos sistemas artificiais de controlo.

#### **4.7. Medidas existentes de proteção contra cheias e inundações**

DL n° 130/2012, de 22/06

Artigo 40.º

1 - Constituem zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias as áreas contíguas à margem dos cursos de água ou do mar que se estendam até à linha alcançada pela maior cheia com probabilidade de ocorrência num período de retorno de um século.

2 - As zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias devem ser objeto de classificação específica e de medidas especiais de prevenção e proteção, delimitando-se graficamente as áreas em que é proibida a edificação e aquelas em que a edificação é condicionada, para segurança de pessoas e bens.

3 - Uma vez classificadas, as zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias ficam sujeitas às interdições e restrições previstas na lei para as zonas adjacentes.

4 - Os instrumentos de planeamento de recursos hídricos e de gestão territorial devem demarcar as zonas inundáveis ou ameaçadas por cheias e identificar as normas que procederam à sua criação.

5 - Na ausência da delimitação e classificação das zonas inundáveis ou ameaçadas por cheias, devem os instrumentos de planeamento territorial estabelecer as restrições necessárias para reduzir o risco e os efeitos das cheias, devendo estabelecer designadamente que as cotas dos pisos inferiores das edificações sejam superiores à cota local da máxima cheia conhecida.

6 - É competência da autoridade nacional da água a aplicação de medidas para redução dos caudais de cheia, de acordo com critérios e procedimentos normativos estabelecidos.

7 - Até à aprovação da delimitação das zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias, estão sujeitos a parecer vinculativo da autoridade nacional da água o licenciamento de operações de urbanização ou edificação, quando se localizem dentro do limite da cheia, com período de retorno de 100 anos, ou de uma faixa de 100 m para cada lado da linha de água, quando se desconheça aquele limite.

8 - É competência da autoridade nacional da água, em articulação com a Autoridade Nacional de Proteção Civil, a criação de sistemas de alerta para salvaguarda de pessoas e bens.

## **Capítulo 5. Sistemas de Informação Geográfica**

**Resumo:** pretende-se neste capítulo evidenciar a importância dos Sistemas de Informação Geográfica e outras ferramentas de modelação, como instrumento metodológico na análise e gestão de risco cheia em áreas urbanas.



### **5.1. Modelo hidráulico HEC-RAS**

O modelo hidráulico Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS) é um software amplamente divulgado e utilizado internacionalmente para a modelação de mapas de cheias fluviais (U.S. Army Corps of Engineers, 2008). Trata-se de um modelo 1D que resolve as equações de Saint-Venant completas, por aplicação do método de diferenças finitas, permitindo simular o escoamento em superfície livre em regime permanente e em regime variável. O modelo HEC-RAS calcula várias alturas de água ao longo de perfis transversais ao rio e utiliza a interpolação para efetuar as previsões nas zonas entre esses perfis.

A resistência é calculada aplicando a Equação de Manning-Strickler e a secção transversal de escoamento é considerada uma secção composta. A topografia do canal é caracterizada pelo resultado do levantamento topográfico de uma série de secções transversais ao longo do troço do rio em estudo.

Para delimitar a zona inundada são calculadas as alturas de água nas secções transversais referidas. Dado a cota da superfície livre ser constante na secção, a zona inundada é limitada pela intersecção da topografia do terreno com a superfície livre em cada secção e o resultado da interpolação entre os perfis das secções transversais. A modelação hidrológica e hidráulica é uma mais valia na elaboração de estudos de cheia para execução de planos de emergência. A maior limitação deste método é a dificuldade em estabelecer relações entre a frequência de determinada cheia/inundação e a respetiva área inundável identificável na morfologia do terreno (Santos, 2009).

### **5.2. Uso do modelo hidrológico no caso de Tomar**

A utilização de métodos de análise para avaliação da suscetibilidade à ocorrência de cheias deve ser feita de forma diferenciada para as áreas urbanas e para as áreas rurais. Esta avaliação deve ter sempre por base a totalidade da bacia hidrográfica e as componentes que diretamente influenciam a suscetibilidade. As variáveis consideradas fundamentais são: a área de acumulação potencial do escoamento, que traduz a influência da dimensão da área

de drenagem e define a magnitude da própria rede de drenagem; a permeabilidade, que interfere com a relação entre a água infiltrada e a água disponível para o escoamento direto; e o declive que tem importância fundamental no dinamismo do escoamento (Julião et al, 2009).

Neste modelo simplificado 2D, não são utilizadas variáveis relativas à precipitação e à ocupação do solo. A avaliação das áreas afetadas por inundações devido à subida do nível freático deve ser efetuada tendo por base a permeabilidade e a topografia dos fundos de vale e de depressões. Adicionalmente, tanto no caso das cheias como neste último tipo de inundação, e na impossibilidade de serem utilizados modelos hidrológicos, a identificação das áreas afetadas por cheias e/ ou inundações pode ser efetuada através de levantamento de campo, tendo por base as evidências/marcas das inundações que se manifestam nas características morfológicas, pedológicas, sedimentológicas e fitogeográficas. No caso das áreas afetadas por inundações devidas à sobrecarga dos sistemas de drenagem urbanos, a sua identificação deve considerar a área de acumulação potencial do escoamento, a topografia, a malha urbana e a capacidade de vazão desses sistemas (Julião et al, 2009).

Como explicado no texto o método comporta algumas limitações e cuidados a ter na escolha e interpretação de dados.

A modelação hidrológica e hidráulica é cada vez mais uma mais-valia em estudos de cheias, permitindo a automatização da delimitação dos perímetros de cheia, ainda que apresente limitações inerentes à qualidade e rigor dos dados geográficos de base (HEC-RAS, 2011). Os dados geográficos utilizados no corrente trabalho, tendo como objetivo principal a delimitação de áreas de risco, justificam plenamente as necessidades propostas. A sequência de elaboração do modelo é esquematicamente descrita na Figura 10.



A crescente necessidade de utilização de ferramentas de modelação, que embora gratuitas, em muitos casos estão dependentes de softwares de Informação Geográfica, que carecem de licença. Neste trabalho, foram apenas utilizados softwares de licença GNU GPL (General Public License - GPL) ou também conhecidos por “freeware” como foi o caso do QGIS (Quantum Gis) (QGIS, 2016) e do Grass Gis (Grass Gis, 2016) em conjunto com o software de modelação hidrológica HEC-RAS.

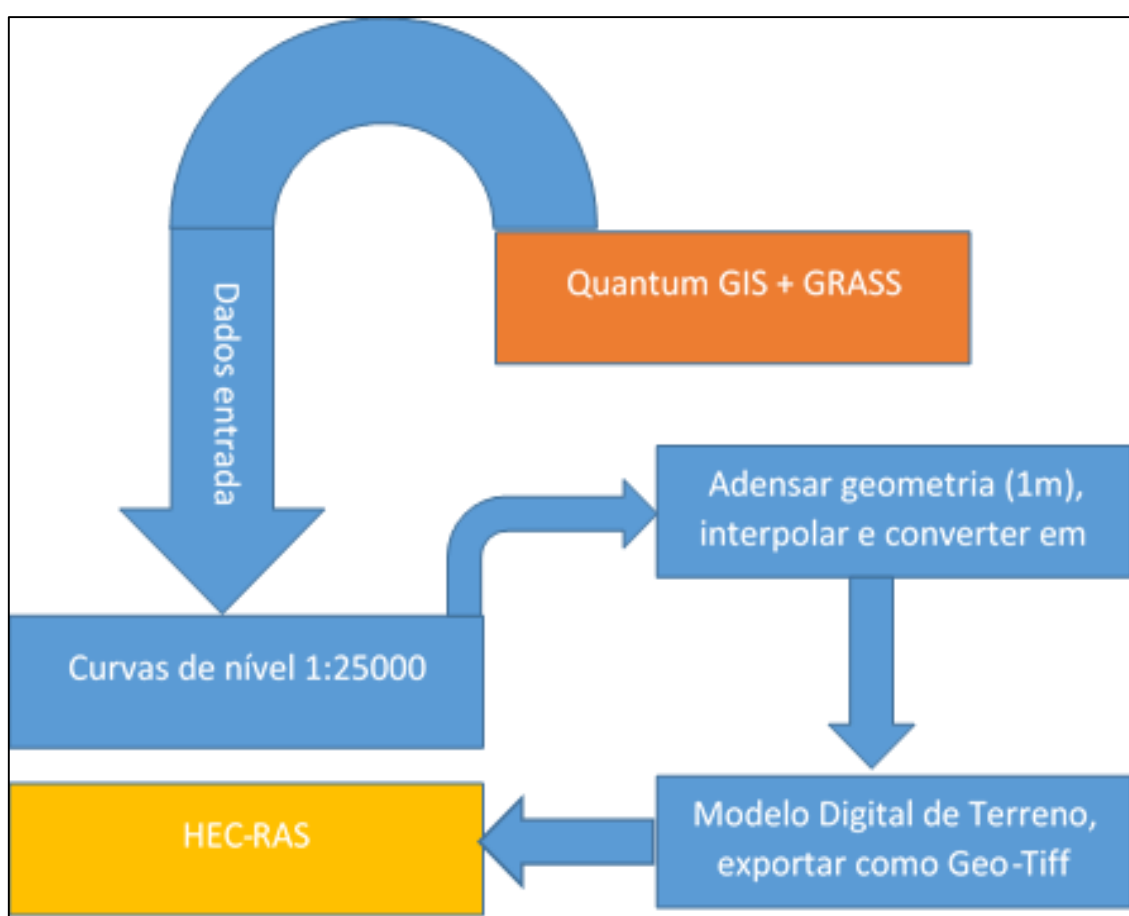


Figura 10. Esquema de funcionamento do modelo em HEC-RAS (Paulo Moreira, 2016)

A preparação de material geográfico no programa QGIS é uma necessidade, não apenas para utilização do material por si só, mas também como base necessária para preparação do material geográfico utilizado na conceção do modelo.

O QGIS por si só, demonstra potencialidades a nível de base de dados geográfica, contendo através da incorporação do software GRASS a capacidade de elaborar uma análise espacial integrada. Estas funcionalidades, conjugadas com o facto de o software ser GNU-GPL, conferem a este software o título de ferramenta essencial na análise territorial.

Para o corrente estudo, o QGIS foi utilizado para transformar a altimetria vetorial em raster e posteriormente com o auxílio das ferramentas GRASS criar o modelo digital de terreno utilizado no programa de modelação HEC-RAS (Figura 11).

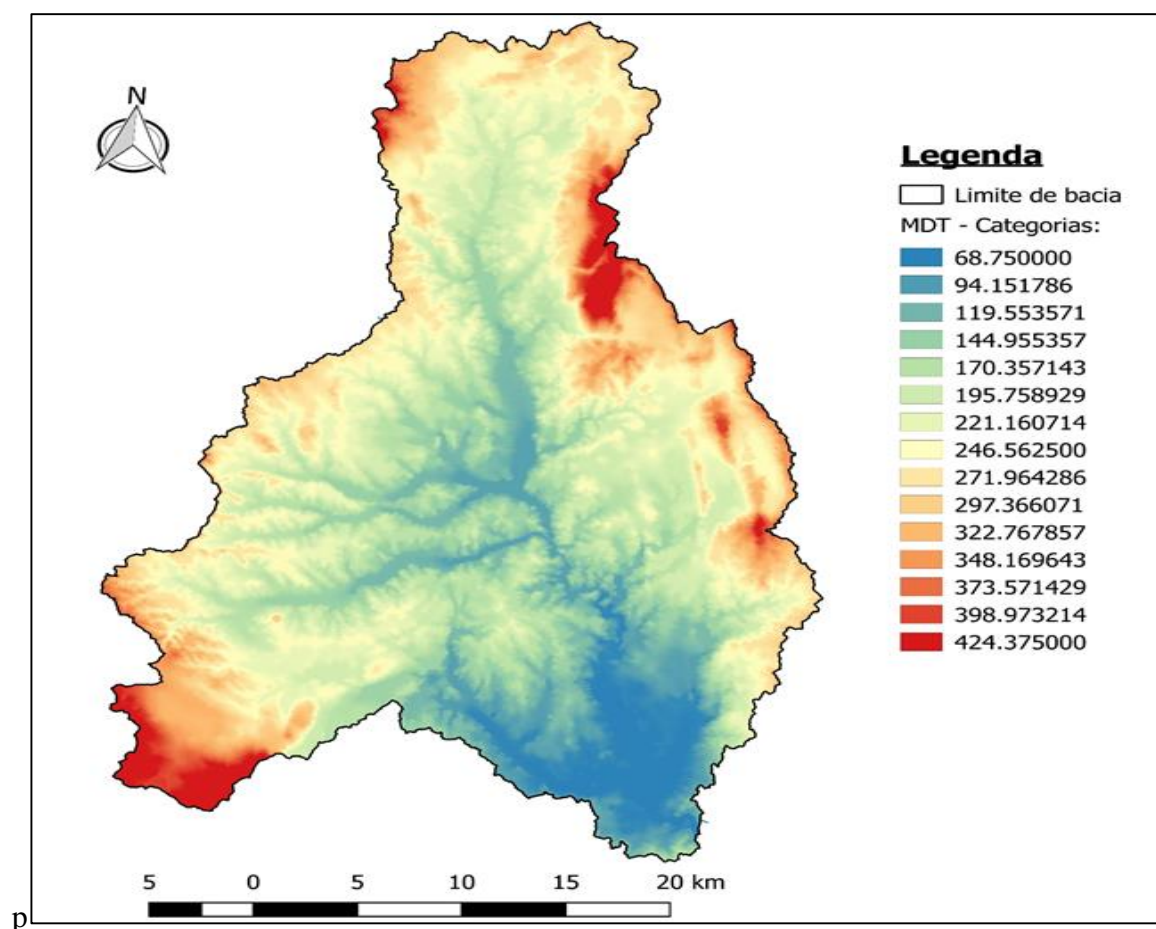


Figura 11. Modelo Digital Terrestre (Paulo Moreira, 2016)

Sequência utilizada na elaboração do modelo em HEC-RAS:

- 1- Importado o modelo digital de terreno (Geo-Tiff) através da ferramenta “RAS mapper” do HEC-RAS (Figura 12);
- 2- Criação a geometria 2D através da ferramenta “Edit/view geometric data” do HEC-RAS (Figura 13);
- 3- Importação dos dados hidrológicos através da ferramenta “Edit/view Unsteady flow data” do HEC-RAS (Figura 14);
- 4- Após preparadas todas as associações de dados e criada rede de cálculo (TIN), corrido o modelo preparado para HEC-RAS (Figura 15);

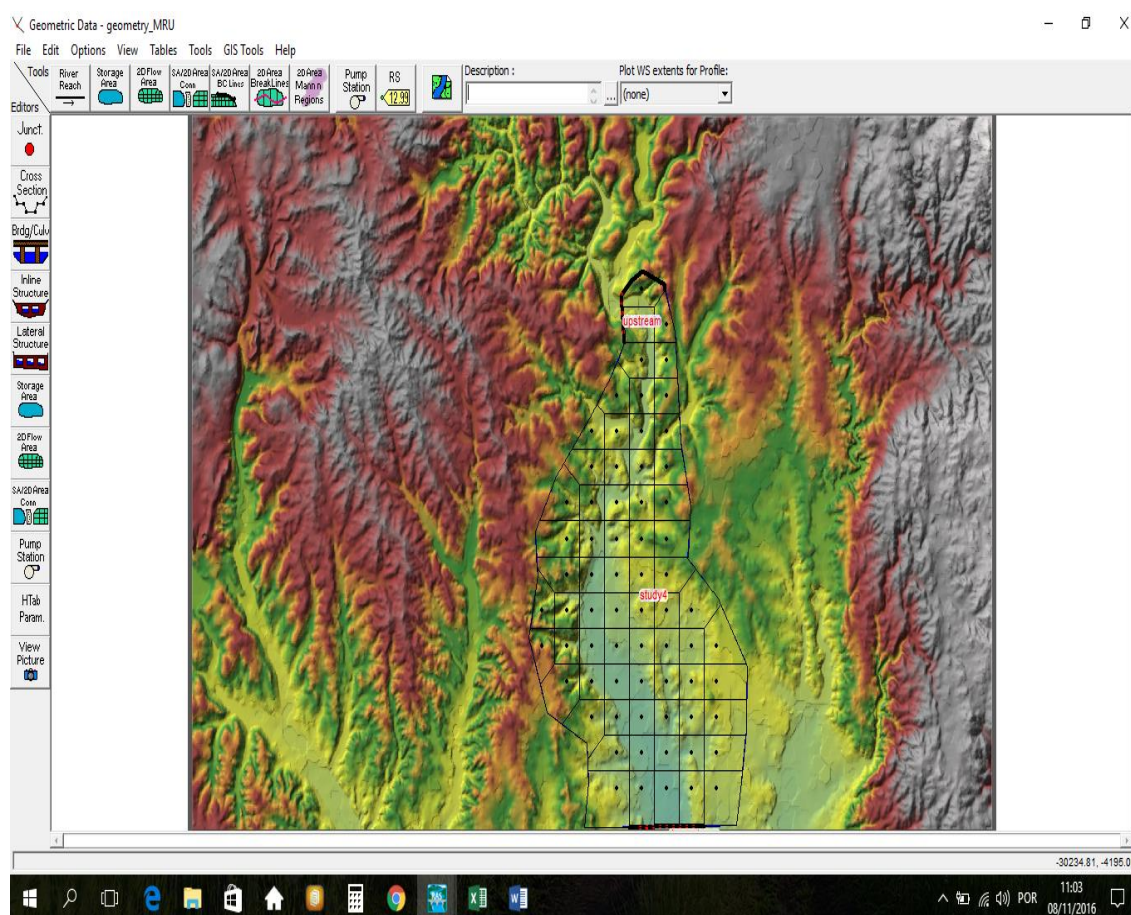


Figura 12. Modelo digital de terreno (Geo-Tiff)

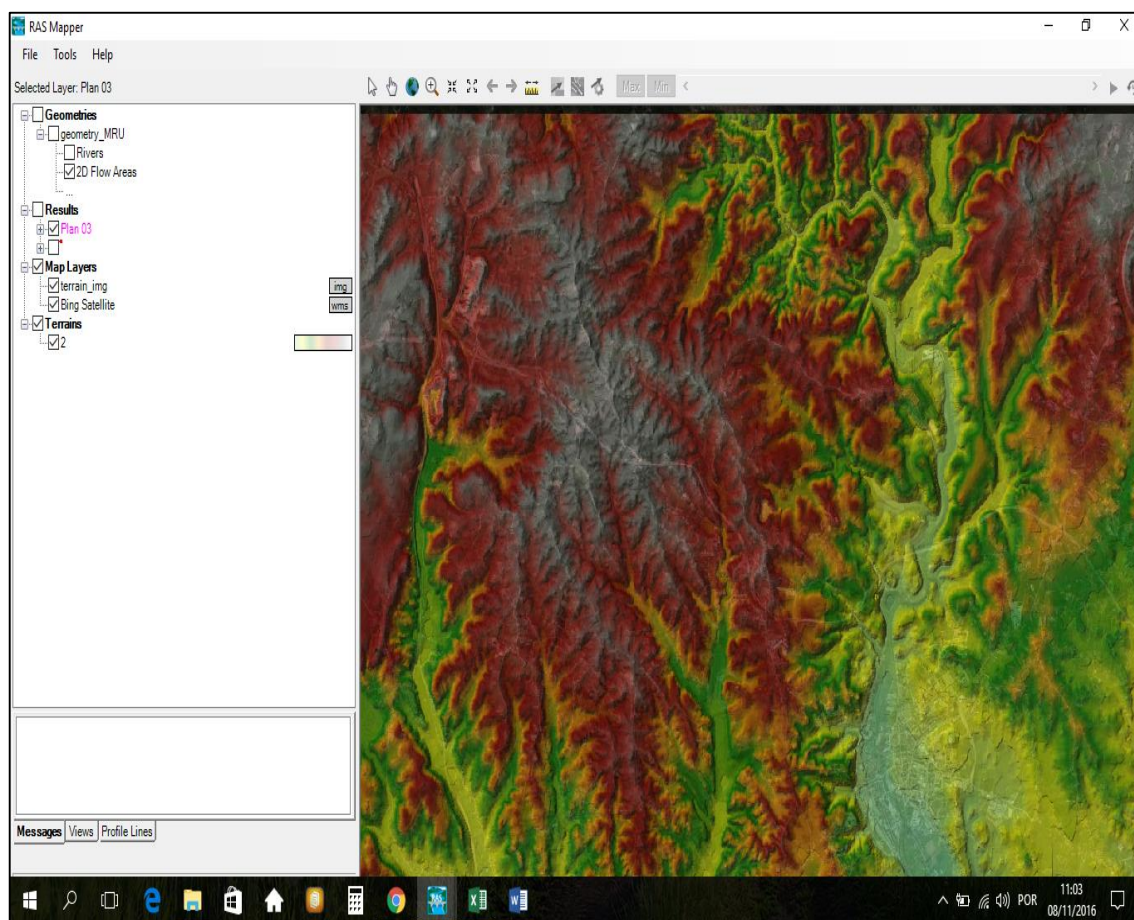


Figura 13. Geometria 2D HEC-RAS



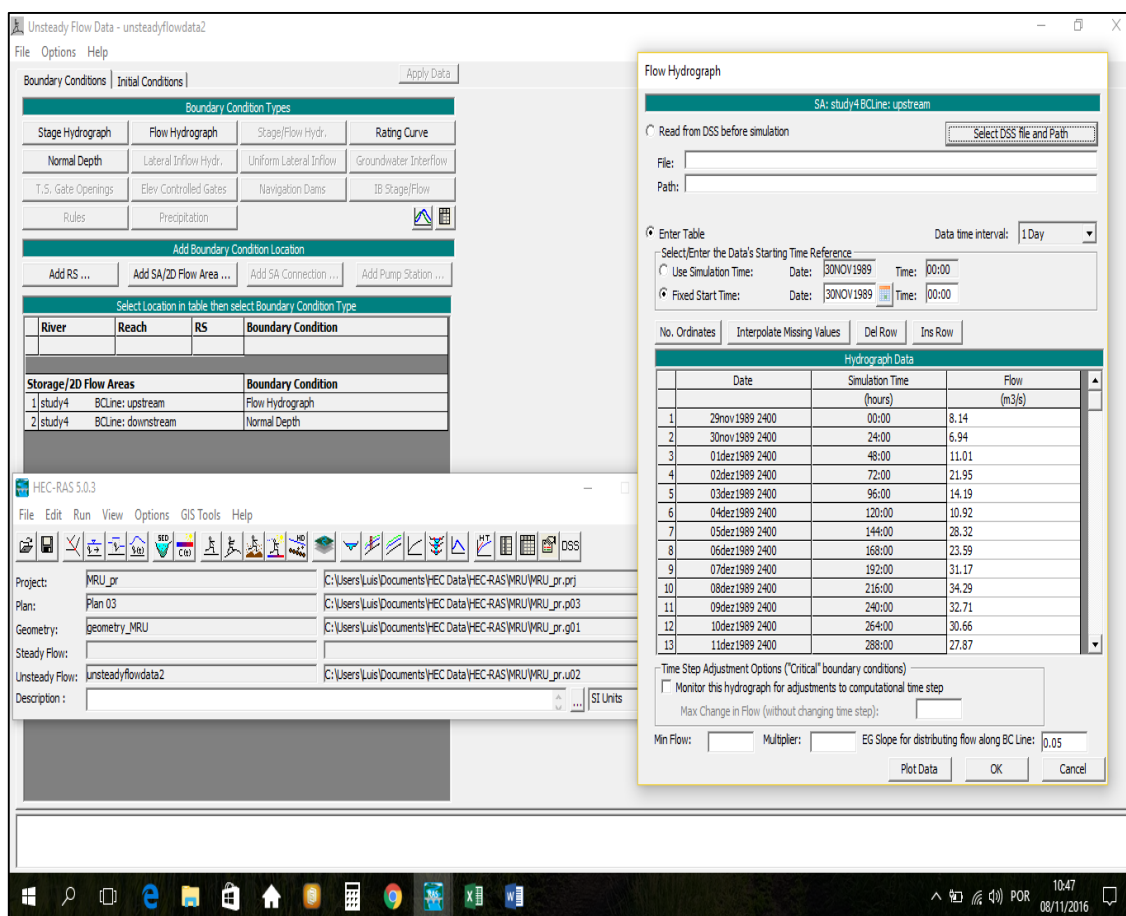


Figura 14. Importação de dados

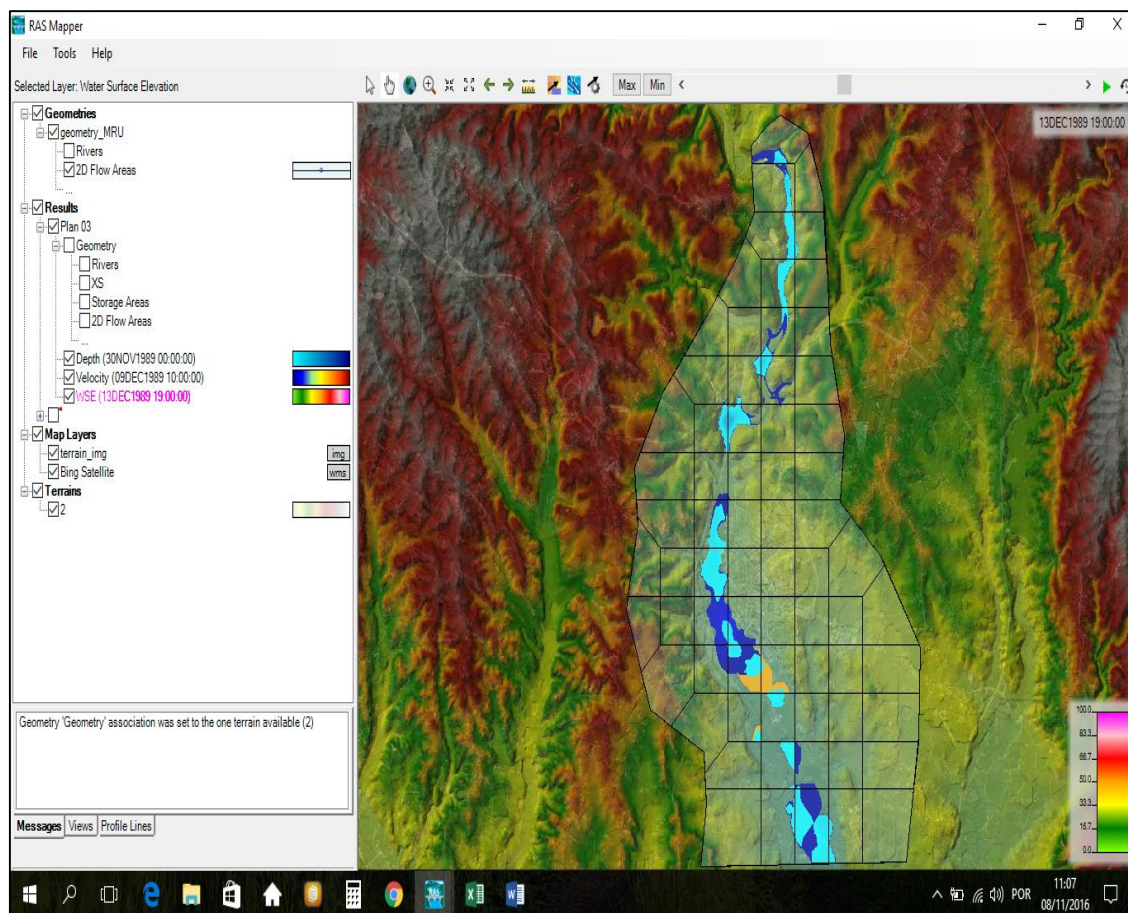


Figura 15. Rede de cálculo (TIN), corrido o modelo preparado para HEC-RAS

Finalmente, após a elaboração do modelo HEC-RAS, foram exportadas as previsões de cheia de acordo com a simulação produzida através dos máximos da inundação de dezembro de 1989 (Anexo A), que com o auxílio do software QGIS foram determinadas 3 áreas de risco. As categorias de risco definidas foram de 1 a 3, onde representa a área de maior risco (Figura 16).

A análise efetuada com recurso ao software HEC-RAS, demonstrou que de uma forma relativamente rápida e sem custos associados à utilização de software, se poderá recorrer a esta ferramenta. Ao nível da aplicabilidade, várias instituições públicas com intervenção ao nível territorial poderão utilizar esta ferramenta como sistema de informação, quer



administrativa, quer pública que permita a implementação das medidas propostas nesta dissertação.

A nível administrativo, o poder local poderá calcular um sistema de incentivo de acordo com o nível de risco proposto, considerando-se proporcional ao risco que a propriedade incorre.

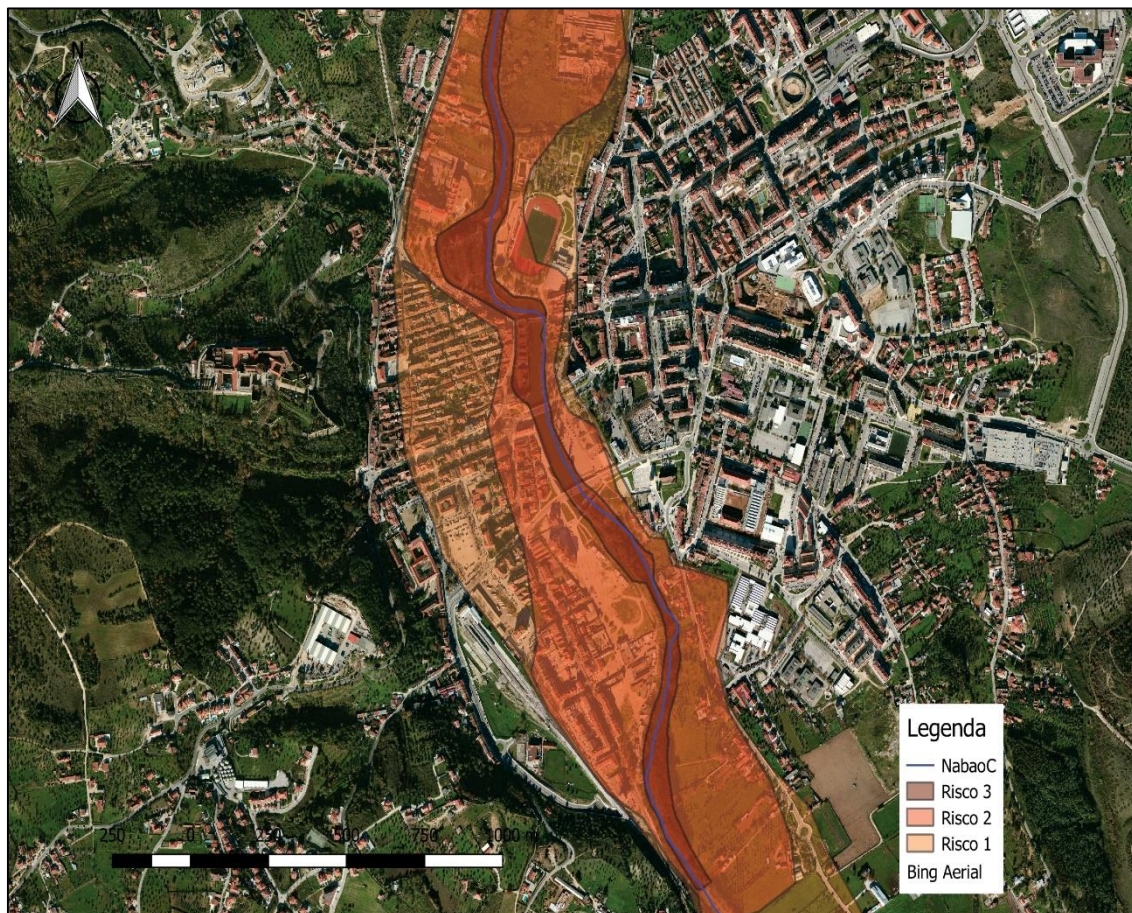


Figura 16. Mapa das zonas inundáveis, cidade de Tomar (Paulo Moreira, 2016)





## **Capítulo 6. Caso de estudo**

**Resumo:** pretende-se neste capítulo diferenciar duas abordagens distintas ao nível da propriedade, através de análise no terreno de casos de estudo.



## 6.1. Reabilitação de edifícios em zonas inundáveis

Um profundo conhecimento das cheias, e consequentes inundações em locais potencialmente sujeitos a cheias originadas pelo transbordo das linhas de água é fundamental para um desenvolvimento/planeamento urbanístico. Sendo os núcleos urbanos de especial interesse histórico e cultural, esse conhecimento investe de especial importância na sua proteção. Para que seja possível tal conhecimento é necessário reunir um conjunto de dados fiáveis, e através de programas informáticos adequados ser possível simular o comportamento /destino da precipitação.

## 6.2. Questionário Informal em zona de elevada probabilidade de cheia



Figura 17. Localização dos casos de estudo - (Google, 2016)

### **6.2.1. Caso 1 - Pastelaria Estrelas de Tomar**

#### **1. Identificação do imóvel**

Situado na Rua Serpa Pinto, nº 12 2300 Tomar possui uma segunda entrada virada para a Avenida Marquês de Tomar situada junto à margem direita do rio Nabão. Identificada a sua localização no mapa pelo círculo vermelho com a referência 1.

#### **2. Atividade desenvolvida / Abertura ao público**

Abriu ao público em novembro de 1960 desde então continua no mesmo local sendo a sua atividade ligada à restauração com fabrico próprio de doçaria regional.

#### **3. Estado geral do edificado onde se situa a exploração**

O imóvel pelo exterior, apesar de ter sido intervencionado ao longo do tempo essencialmente através de pintura de fachada e algumas reparações pontuais, apresenta alguns indícios de infiltrações de água nas paredes. São facilmente visíveis os efeitos da humidade nas suas paredes. Pelo interior não existem danos visíveis.

#### **4. Frequência / danos provocados pelas cheias**

Sendo realizado em forma de inquérito informal aos colaboradores/ proprietários aquando a visita, neste caso tratou-se de uma colaboradora ao serviço deste estabelecimento há cerca de 12 anos. Presenciada por ela, a grande cheia que se recorda ocorreu no ano de 2006 desde essa altura e também pelo fato de ter havido obras realizadas a coberto do programa Polis no leito do rio e nas infraestruturas de saneamento, apenas têm ocorrido cheias de pequeno porte.

#### **5. Medidas adotadas para lidar com os episódios de cheias após ocorridos**

Neste caso após a ocorrência dos episódios de cheias procede-se há limpeza das instalações. Devido a ter sido necessário desmontar os motores elétricos para que ficassem protegidos da água, é agora necessário proceder á sua montagem. Toda a limpeza e montagem é feita de forma a que o espaço comercial esteja o mínimo de tempo fechado ao público durante o horário de atividade normal.

## **6. Medidas de mitigação/ medidas proactivas para resposta às cheias.**

Não foram realizadas nenhuma medidas por forma a proteger o imóvel das cheias. Contando que com os últimos anos as cheias ocorridas têm sido de pequena dimensão o procedimento optado tem sido o seguinte; desmontagem de todos os motores elétricos que estão a um nível a que possa chegar a água, abertura das duas passagens do estabelecimento (as portas), amarram as cadeiras e mesas através de correntes e cadeados para impedir de as mesmas serem arrastadas pelas águas.

### **6.2.2. Caso de estudo - 2 Orquestra de Sabores**

#### **1. Identificação do imóvel**

Situado na Rua João Carlos Everard, margem direita do rio Nabão identificado no mapa com um círculo vermelho com a referência 2.

#### **2. Atividade desenvolvida /Abertura ao público**

Aberto ao público há mais de 35 anos presta serviço de restauração sendo nesta altura uma Gelataria com fabrico próprio de gelados.

#### **3. Estado geral do edificado onde se situa a exploração**

O estado do imóvel é relativamente bom devido às obras realizadas pelo seu proprietário ao longo dos anos. De referir que os edifícios vizinhos apresentam grandes danos provocados pela água ao longo dos anos. Estragos esses que passam pela perda de azulejos das paredes e parte do seu reboco. Também é possível encontrar marcas de humidades nas paredes por ascensão capilar.

#### **4. Frequência / danos provocados pelas cheias**

Neste caso o questionário informal foi realizado ao proprietário do espaço sr. João Inácio, prontamente se disponibilizando para colaborar no que fosse necessário. Quanto à frequência relatou que no espaço de 25 anos estima que o seu espaço foi afetado por 10 a 12 ocorrências. A última ocorrência de grande impacto ocorreu no ano de 2006.

## 5. Medidas adotadas para lidar com os episódios de cheias após ocorridos

Houve a necessidade de proceder a limpeza e repintura do espaço. Estas intervenções para além de terem um custo direto tiveram um custo indireto associado, para o procedimento destas intervenções o espaço esteve indisponível ao público afetando o seu negócio.

## 6. Medidas de mitigação/ medidas proativas para resposta às cheias.

Assim o Sr. João uma vez que teve ao longo do tempo diversos prejuízos com as cheias e com a necessidade de realizar algumas obras, pensou e resolveu implementar umas soluções que o ajudassem a reduzir o efeito das cheias no seu estabelecimento.

Das soluções realizadas descrevem-se algumas das mais relevantes. Foi executada à entrada do estabelecimento, voltado para o rio, um alçapão composto por duas caixas de visita estando a montante do coletor de esgotos do saneamento público (Figura 18).



Figura 18. Caixas de visita a montante do coletor de esgotos



Esse sistema é composto por duas caixas de visita instaladas na entrada do espaço abaixo do nível da soleira de entrada, ligadas entre si por um tubo de nível (tubo ladrão). A caixa 1 está ligada por um lado aos esgotos do espaço e pelo outro ao coletor de esgotos público situado na estrada frente ao espaço comercial. A caixa 2 está ligada à caixa 1 pelo referido tubo, em que, assim que a caixa 1 atinja o nível da conexão entre as duas caixas começa a encher a caixa 2, esta possui espaço suficiente para colocar uma bomba submersa que vai bombeando a água para a rua sempre que a caixa 2 tenha água suficiente.



Figura 19. Caixa de visita 2

Na caixa 1 (Figura 18) o efeito é conseguido através do seguinte processo: assim que a cheia é previsível de ocorrer dentro de um curto espaço de tempo, o proprietário da Gelataria abre a caixa 1, coloca lá um saco de areia a servir de tampão na ligação caixa/coletor de esgoto. Este saco de areia tem também um efeito de filtro da água, que mesmo assim poderá entrar. Na caixa 2 (Figura 19) mantém a postos a bomba submersível, mas a inundação destes espaços tem começado sempre, antes mesmo da água galgar as margens do rio, pelas instalações sanitárias. Para a eventualidade do rio galgar suas margens o Sr. João Inácio coloca na porta e nas suas janelas taipais de madeira, previamente preparados com as medidas necessárias, para proteção destes vãos até a uma altura de 150 cm tendo como

referência a cota da estrada (rua Everard, antiga Levada). Como a bomba que utiliza elétrica, o sr. João Inácio, também possui um gerador de apoio para a eventualidade de falta de eletricidade no seu espaço comercial quando das cheias.



## **Capítulo 7. Integração do modelo conceptual e sugestões de aplicabilidade**

**Resumo:** estando num mundo cada vez mais global, em que as distâncias são encurtadas pela tecnologia apresenta-se soluções disponíveis na WEB a um click das nossas casas.



## **7.1. Proteção contra Cheias e inundações**

As cheias e inundações fazem as manchetes de jornais, e destaques de noticiários, quer sejam nacionais ou internacionais, ano após ano. A evidente importância e cariz recorrente desta problemática, ainda agravada por previsões alarmistas de alterações climáticas e frequência de eventos climáticos extremos, resulta na urgente necessidade de medidas a curto médio e longo prazo.

Relativamente à proteção contra cheias podem-se definir 5 níveis, Proteção: A nível Nacional, a cargo da ANPC (Autoridade Nacional de Proteção Civil) e da APA (Agência Portuguesa de Ambiente); A nível Regional, a cargo do CADIS (Agrupamento Distrital de Operações de Socorro); A nível distrital, a cargo CDOS (Centro Distrital de Operações de Socorro); A nível da Administração local a cargo das Câmaras Municipais, dos gabinetes locais de Proteção Civil e dos bombeiros Municipais; A nível da Propriedade a cargo dos proprietários (Figura 21).

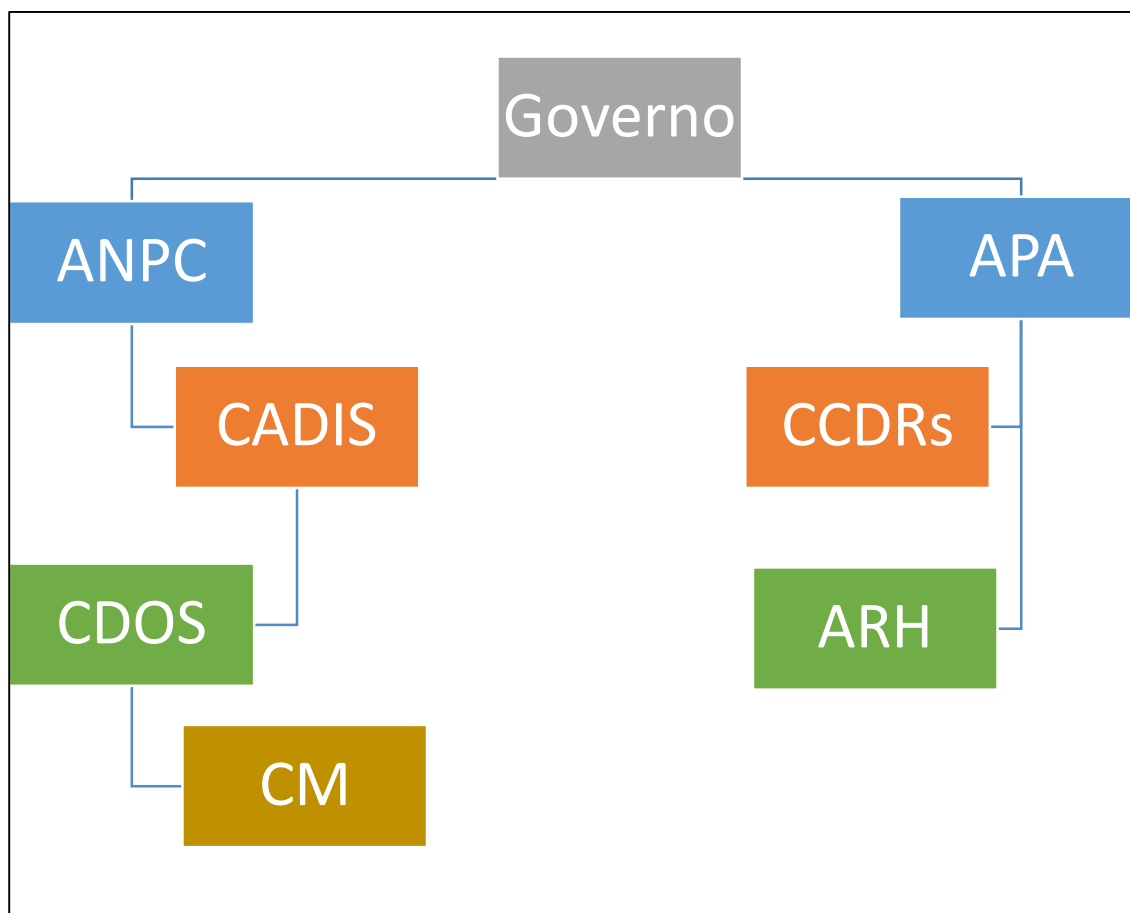


Figura 21. Organograma das estruturas com responsabilidades na proteção de pessoas e bens

A necessidade de medidas urgentes e aplicáveis a curto e médio prazo servem os propósitos deste trabalho, considerando-se que o estado atual da proteção contra cheias é quase inexistente, apostando-se muito no combate e pouco na prevenção deste risco natural.

Em muitos casos as autarquias possuem sistemas tradicionais de proteção contra cheias, tais como açudes, barreiras de proteção, entre outros. No entanto, nem sempre é possível a instalação de proteção estrutural para proteger as comunidades, seja por razões práticas ou económicas. No passado, e em muitos casos ainda atualmente, os proprietários recorriam a taipais de contraplacado e sacos de areia como medidas de proteção contra a inundação. Estas medidas na maioria das vezes não garantem a eficácia desejada, causando estragos extensivos quer estruturais quer materiais. Como agravante o custo dos seguros e diferentes níveis de proteção nem sempre se adequam às necessidades de proteção de certas áreas de risco (Figura 22).

Proteção contra cheia ao nível da propriedade contempla uma série de medidas adotadas por proprietários no sentido de minimizar os prejuízos incrementando a resiliência das suas propriedades a esta tipologia de risco. As medidas de resistência, tais como barreiras, impermeabilização de paredes entre outros têm como objetivo a minimização de danos, apresentando-se como uma solução a curto prazo.

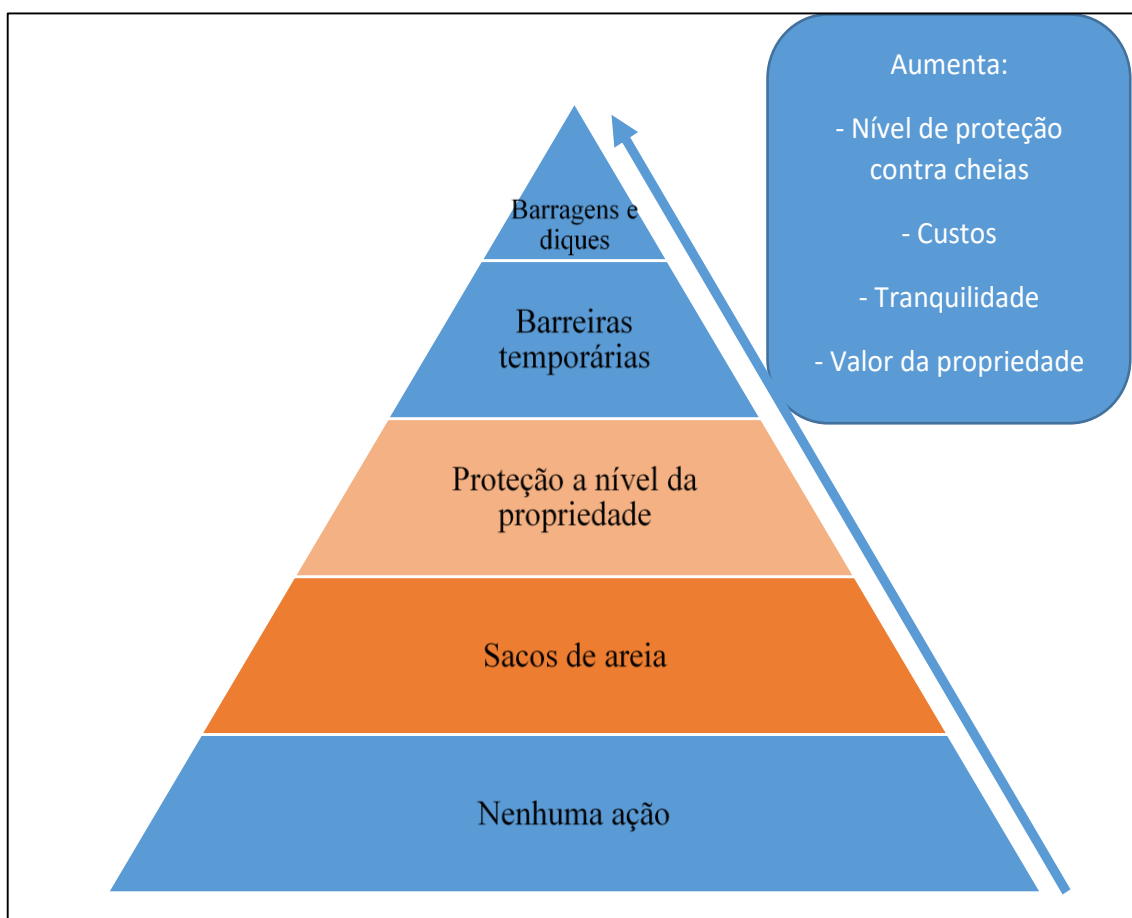


Figura 22. Hierarquia de proteção contra cheia

Na sequência dos vários incidentes de cheia que o centro histórico de Tomar tem observado nas últimas décadas, considera-se importante uma análise das medidas e materiais existentes no mercado e sua viabilidade de implementação na mitigação do problema. Neste âmbito e

após a análise de várias soluções utilizadas internacionalmente, selecionaram-se aquelas que teriam aplicabilidade na mitigação do risco de cheia em Tomar.

A Tabela 2, estão descritos os equipamentos, o tipo de material, o seu custo indicativo, disponibilidade do produto e possíveis fornecedores, assim como o seu funcionamento, permitindo que a sua utilização, quer a Nível da administração local quer a Nível da propriedade sejam a adequada solução para prevenção no imediato.

Tabela 2. Tabela de materiais para mitigação de inundações - (elaboração própria)

TIPO DE MATERIAL	CUSTO INDICATIVO	DISPONIBILIDADE DO PRODUTO/ FORNECEDORES	OBSERVAÇÕES	IMAGENS
------------------	------------------	---	-------------	---------

<p>Barreiras</p> <p>Auto ativadas pelas cheias</p>	<p>Elevado</p>	<p>“SCFB” Self-Closing Flood Barrier (Flood Control International)</p> <p>“Auto Roller Shutter”; “FloodBreak” (Aquobex)</p> <p>“Spring Dam” (Tilt-dam-Ltd)</p> <p>“SAFB” (self activating flood barrier – tamanho pequeno para uso doméstico e tamanho grande para áreas grandes) (UK Flood Barrier)</p>	<p>Sem necessidade de eletricidade, ativado diretamente pela cheia.</p> <p>Discreto - a estrutura do edifício não é fator condicionante.</p> <p>Embora o custo inicial seja elevado devido também aos trabalhos de colocação abaixo do nível da rua.</p> <p>Pode ser necessário medidas adicionais de infiltração.</p>  <p>Figura 23-Princípio de funcionamento</p>	  <p>Figura 24-River Schelde Belgium / SCFB 1500 / 5 meter</p> <p><a href="http://selfclosingfloodbarrier.nl">http://selfclosingfloodbarrier.nl</a></p>
--	----------------	--	---	---



<p>Portas e janelas exteriores resistentes à água</p>	<p>Médio-alto</p>	<p>“Flood Safety Door” BSi (Aquobex);</p> <p>“Flash Flood Door” BSi (Flash Flood Doors Ltd)</p> <p>“Flood Resistant Doors” (Flood Divert Ltd)</p> <p>“StormMeister” flood doors (StormMeister Flood Protection)</p> <p>“Flood Defender” BSi (UK Flood Barriers)</p>	<p>Alguns modelos incluem opção 'postigo', construído na metade superior da porta, para ajudar na receção de mantimentos de emergência.</p> <p>Discreto - a mesma aparência como portas normais. Alguns modelos podem precisar de medidas para lidar com a infiltração.</p> <p>Pode ser difícil de evacuar as pessoas se estão presas no interior com água subindo. A porta pode manter a água com uma altura que pode por em perigo a estrutura do edifício.</p> <p>Estas janelas ainda podem ser abertas quando necessário; projetadas para resistir a colisão de detritos flutuantes.</p>	 <p>Figura 25-Flash Flood Door (BSi )</p> <p><a href="http://www.flooddivert.co.uk/">http://www.flooddivert.co.uk/</a></p>
---	-------------------	---	--	---

<p>Hydrosack</p> <p>Barreiras para as cheias em substituição dos tradicionais sacos de areia</p>	<p>Baixo</p>	<p><u>Hydrosack 2 Pack</u></p> <p><u>Hydrosack 4 Pack</u></p> <p>(<a href="http://www.hydrosack.ie/store/products/">http://www.hydrosack.ie/store/products/</a>)</p>	<p>São apenas ativados no local a usar. Antes do uso pesam menos de 1 kg.</p> <p>Composto por um polímero superabsorvente e amigo do ambiente.</p> <p>Disponíveis em varias cores.</p> <p>Garante a barreira por três meses.</p> <p>Pode rapidamente ser montado em qualquer lado.</p> <div data-bbox="1088 829 1588 1131" data-label="Image"> </div> <p>Figura 26-Modo de preparação do hydrosack</p>	<div data-bbox="1713 204 2013 419" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1606 419 2148 801" data-label="Image"> </div> <p>Figura 27-Barreira de hydrosack</p> <p><a href="http://www.hydrosack.ie/hydrosack/">http://www.hydrosack.ie/hydrosack/</a></p>
--	--------------	--	--	---



<p>Hydrosnake</p> <p>Formação de barreira à passagem da água</p>	<p>Baixo</p>	<p><u>Hydrosnake 4 Pack</u></p> <p>(<a href="http://www.hydrosack.ie/stor e/products/">http://www.hydrosack.ie/stor e/products/</a>)</p>	<p>São apenas ativados no local a usar. Antes do uso pesam menos de 0,5 kg.</p> <p>Fáceis de manusear. Composto por um polímero superabsorvente e amigo do ambiente.</p> <p>Garante a barreira por três meses. Pode rapidamente ser montado em qualquer lado.</p> <div data-bbox="1088 766 1588 1067" data-label="Image"> </div> <p>Figura 28-Preparação do Hydrosnake</p>	<div data-bbox="1666 204 1942 497" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1608 502 2145 801" data-label="Image"> </div> <p>Figura 29- Hydrosnake em uso</p> <p><a href="http://www.hydrosack.ie/hydrosnake/">http://www.hydrosack.ie/hydrosnake/</a></p>
--	--------------	--	--	--

<p>Floodgate</p> <p>Em substituição aos taipais de madeira</p>	<p>Médio</p>	<p>Produto exclusivo AIRBANK</p> <p>(<a href="http://www.airbank.it/floodgate">www.airbank.it/floodgate</a>)</p>	<p>Fácil e rápida montagem. Expansão telescópica do quadro para ajustar às molduras dos vãos a proteger.</p> <p>Com uma armação em aço que lhe confere grande resistência. Sistema impermeável. Permite ser acoplados vários módulos , tanto em altura como em largura, por meio de sistemas de colagem adequados. Reutilizável</p> <div data-bbox="1077 767 1597 1066" data-label="Image"> <p>Esquema de ajuste às dimensões do vão</p> </div> <p>Figura 30. -Esquema de ajusta às dimensões do vão</p>	<div data-bbox="1619 225 2157 525" data-label="Image"> <p>Floodgate, flood barrier system</p> </div> <p>Figura 31-Vista anterior</p> <div data-bbox="1619 643 2157 943" data-label="Image"> </div> <p>Figura 32-Vista posterior</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=7bNTKbrqjMI">https://www.youtube.com/watch?v=7bNTKbrqjMI</a></p>
--	--------------	--	--	--

<p>Válvula de retenção para águas Residuais/Saneamento</p>	<p>Médio-Alto</p>	<p>Existe uma grande variedade de modelos.</p> <p>Fucoli - Somepal</p> <p>Fundição de ferro. S. A</p> <p>Outras lojas de acessórios para canalização</p> <p>Flooddivert.co.uk</p>	<p>Requer trabalho abaixo do nível de piso.</p> <p>Convém ser executado por técnico especializado para garantir uma boa ligação.</p> <p>Dependendo do diâmetro o preço varia bastante.</p> <div data-bbox="1077 724 1601 1024" data-label="Image"> </div> <p>Figura 33-Válvula unidirecional aplicada em coletor</p> <p><a href="http://www.flooddivert.co.uk/non-">http://www.flooddivert.co.uk/non-</a></p>	<div data-bbox="1626 285 2163 614" data-label="Image"> </div> <p>Figura 34. Válvula de Retenção de Charneira com alavanca e contrapeso - Modelo SUPRA PN 25/40</p> <p><a href="http://www.fucoli-somepal.pt/Cat%C3%A1logo/Produtos/tabid/65/ItemId/03/Default.aspx">http://www.fucoli-somepal.pt/Cat%C3%A1logo/Produtos/tabid/65/ItemId/03/Default.aspx</a></p>
--	-------------------	---	---	---


<p>Self-closing airbrick (tijolos de ventilação de fecho automático)</p>	<p>Baixo  50-90 libras</p>	<p>stormmeister.com</p> <p>amazon.co.uk</p>	<p>Substituição das grelhas de ventilação.  Fecham-se automaticamente para evitar cheias</p>  <p>Figura 35. Sistema dos tijolos de ventilação de fecho automático</p>	 <p>Figura 36-Tijolo instalado para ventilação da habitação</p> <p><a href="http://stormmeister.com/self-sealing-airbricks.php">http://stormmeister.com/self-sealing-airbricks.php</a></p>
--	------------------------------------	---	---	---



Water Stone Guard	Baixo	floodpreventionservices.co.uk	<p>Produto líquido aquoso incolor forma uma camada protetora que previne a infiltração de água mantendo a permeabilidade à condensação e ao ar.</p> <p>Fácil aplicação.</p> <p>Indicado para paredes de tijolo, pedra ou betão.</p> <p>Não inflamável, não tóxico e 95% biodegradável.</p>	  <p>Figura 37-Material aplicado sob pedra</p> <p><a href="http://floodpreventionservices.co.uk/flood_barrier_stone_water_guard.php#floodSave">http://floodpreventionservices.co.uk/flood_barrier_stone_water_guard.php#floodSave</a></p>
-------------------	-------	-------------------------------	--	---

<p>Sewerage Bung</p>	<p>Baixo</p> <p>£50,40</p>	<p><a href="http://www.floodangel.com/">http://www.floodangel.com/</a></p>	<p>Fácil de utilizar.</p> <p>Pode ser instalado usando uma pequena bomba de ar.</p> <div data-bbox="1090 644 1592 1061" data-label="Image"> <p>Um diagrama em linha preta sobre fundo cinza que mostra a instalação de um 'Sewerage Bung' em uma sanita. A sanita está parcialmente cheia de água, representada em azul. Uma mangueira preta é introduzida pela tampa da sanita, com uma pequena bomba de ar manual (um globo preto com uma alavanca) conectada ao tubo. O tubo se estende para baixo até o fundo da bacia da sanita, onde o 'bung' (um pequeno objeto redondo) está posicionado para bloquear o fluxo de água para fora.</p> </div> <p>Figura 38-Esquema de instalação/atuação</p>	<div data-bbox="1626 226 2163 639" data-label="Image"> <p>Foto de um produto físico: um 'Sewerage Bung'. Consiste em um globo de borracha preta com uma alavanca de bombeamento no topo, conectado a um tubo de plástico preto flexível. O tubo é enrolado em uma curva.</p> </div> <p>Figura 39-Sewerage Bung</p> <p><a href="http://www.floodangel.com/approved-toilet-bung">http://www.floodangel.com/approved-toilet-bung</a></p>
----------------------	----------------------------	--	---	---





Toilet Pan Seal	Baixo  £68,40	flood-products.co.uk	<p>Rápido e fácil de instalar como resposta a uma emergência</p> <p>Pode ser instalado usando uma pequena bomba de ar.</p> <p>Fabricado em borracha química e plástico resistente para suportar os esgotos.</p>	 <p>Figura 40-Utilização do dispositivo</p> <p><a href="http://www.flood-products.co.uk/">http://www.flood-products.co.uk/</a></p>
-----------------	---------------------	----------------------	---	---

<p>Válvulas de retenção “Tideflex”</p>	<p>Elevado</p>	<p><a href="http://www.ampmineral.com/">http://www.ampmineral.com/</a></p>	<p>Recomendado para entidades com responsabilidades nos saneamentos ou tratamento de águas.</p> <p>Descargas súbitas de águas pluviais</p> <p>descargas súbitas de águas pluviais em municípios, áreas residenciais e áreas comerciais.</p> <p>Sistemas de drenagem de controle de inundações, tanques, barragens, eclusas, prevenindo odores ofensivos de esgotos.</p> <p>Estações de bombeamento.</p> <p>Sistemas de tratamento de águas residuais combinados e água sanitária.</p> <p>Descargas em zonas costeiras, marinha e emissários.</p>	<div data-bbox="1619 225 2166 647" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1697 699 2089 727">Figura 41-Válvulas de retenção Tideflex</p> <p data-bbox="1619 1027 2159 1117"><a href="http://www.ampmineral.com/equipos/valvulas-de-retencion-tideflex.php">http://www.ampmineral.com/equipos/valvulas-de-retencion-tideflex.php</a></p>
--	----------------	--	--	---

Bomba submersível	Médio- Elevado	AKI  MACOVEX  SONDALIZ  ETC.	<p>Ideal para o uso em águas sanitárias devido à sua turbina em ferro fundido de grande qualidade.</p> <p>Eficaz pelas suas características de caudal e de imersão.</p> <p>Necessário ligar á corrente elétrica.</p> <p>Necessita de alguma manutenção.</p>	<div data-bbox="1621 225 2166 651" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1742 703 2042 730">Figura 42- Bomba submersível</p> <p data-bbox="1615 767 2166 967"> <a href="http://www.macovex.pt/Loja-Bricolage-Online/Rega-e-Jardim/Rega/Bombas-Submersiveis/produto.php?produto=Bomba-submersivel-para-fossas&amp;id=6945">http://www.macovex.pt/Loja-Bricolage-Online/Rega-e-Jardim/Rega/Bombas-Submersiveis/produto.php?produto=Bomba-submersivel-para-fossas&amp;id=6945</a> </p>
-------------------	-------------------	--	---	--

<p>Portões de madeira maciça como barreira para inundações</p>	<p>Médio-Elevado</p>	<p><a href="http://flooddivert.co.uk">flooddivert.co.uk</a></p>	<p>Estanquidade garantida.</p> <p>Variadas soluções estéticas.</p> <p>Elevada resistência.</p>	 <p>Figura 43- Portão de entrada em madeira maciça</p>  <p>Figura 44-Portão principal com entrada pedestre lateral</p> <p><a href="http://www.flooddivert.co.uk/timber-flood-gates-walls-and-barriers.php">http://www.flooddivert.co.uk/timber-flood-gates-walls-and-barriers.php</a></p>
--	----------------------	---	--	---

<p>Vedação para propriedades como barreira contra cheias</p>	<p>Médio-Elevado</p>	<p><a href="http://flooddivert.co.uk">flooddivert.co.uk</a></p>	<p>Madeira maciça com longa durabilidade.</p> <p>Indicado para meio rural.</p>	 <p>Figura 45-Propriedades protegidas por vedação</p> <p><a href="http://www.flooddivert.co.uk/timber-flood-gates-walls-">http://www.flooddivert.co.uk/timber-flood-gates-walls-</a></p>
--	----------------------	---	--	---

<p>Bomba de uso contínuo para saneamento.</p>	<p>Elevado</p>	<p>Sondaliz</p> <p>Poço</p> <p><a href="http://floodpreventionservices.co.uk">floodpreventionservices.co.uk</a></p>	<p>Instalação em linha com a tubagem.</p> <p>Bomba de uso contínuo.</p> <p>Não necessita de manutenção.</p> <p>Permite continuar a descarregar para os esgotos mesmo durante uma cheia.</p>	<div data-bbox="1624 193 2159 734">  </div> <p data-bbox="1756 788 2024 813">Figura 46-Bomba de esgoto</p> <p data-bbox="1615 1027 2159 1114"><a href="http://floodpreventionservices.co.uk/flood_barrier_non-return_valves.php#floodSave">http://floodpreventionservices.co.uk/flood_barrier_non-return_valves.php#floodSave</a></p>
---	----------------	---	---	--



Vedantes	Baixo	Lojas de Bricolage  Fornecedores de materiais de construção	Fáceis de usar com aplicadores próprios.  Disponíveis em diversas cores.	
Mástiques				
Silicones				
Espumas de poliuretano				

Figura 47- Aplicação de vedantes

<p>Rebocos com argamassas de cal hidratada</p>	<p>Médio</p>	<p>Nas lojas de materiais para a construção</p>	<p>As propriedades das argamassas de cal permitem uma melhor integração na reabilitação de edifícios antigos.</p> <p>As propriedades da mesma permitem uma maior retenção de água quando comparada com argamassas de cimento.</p> <p>Não permite a absorção excessiva de água pela alvenaria.</p> <p>Ao reagir com o <math>\text{CO}_2</math> a cal liberta a água retida em torno de suas partículas e assim contribui também para a cura do cimento.</p>	<p><a href="http://mat12010avictormello.blogspot.pt/2010/06/cal-virgem-ou-hidratada.html">http://mat12010avictormello.blogspot.pt/2010/06/cal-virgem-ou-hidratada.html</a></p>  <p>Figura 48. Execução de argamassa com areia, cimento e cal hidratada</p>
--	--------------	---	--	---



A inquestionável eficácia destas medidas relativamente aos convencionais sacos de areia e taipais, no entanto deverão ser colocadas questões relativas ao seu custo. Muito embora em alguns casos a aplicação e inerente custo destas medidas por parte dos proprietários em áreas de risco seja aceitável em termos de investimento versus benefícios, certos equipamentos trazem ónus demasiado elevados para os proprietários.

Tendo como base o modelo aplicado no Reino Unido (Defra Grant Scheme, 2011), após os eventos dramáticos das cheias observadas em 2010 que assolaram Londres e outras partes do território britânico. Propõe-se a aplicação de medidas ao nível da propriedade que em conjunto com medidas de reabilitação urbana possam mitigar esta problemática que, embora já tenha atingido proporções preocupantes ainda não observou os mesmos níveis de destruição observados no Reino Unido.

## **7.2. Proposta de Estratégia de Mitigação**

Sendo a problemática das cheias um problema Nacional, o que envolve autoridades Nacionais na aplicação de qualquer estratégia de mitigação, a estratégia proposta não contempla diretamente o governo e as estruturas administrativas governamentais (APA e ANPC). As entidades nacionais devem ser entendidas como entidades impulsionadoras destas ações, ou como angariadores de financiamento e facilitadores da implementação estratégica das medidas.

Desta forma, com o apoio das autoridades nacionais APA e ANPC, as Câmaras Municipais, que são quem melhor conhece a realidade do território, em conjunto com os proprietários poderão implementar as medidas apresentadas mitigando estas problemáticas. Esta estratégia, embora não inovadora a nível internacional, será uma medida preventiva inovadora a nível nacional.

Não obstante a necessidade imediata de medidas preventivas, será inevitável evitar o processo de avaliação de beneficiários e a burocracia inerente a todos os processos de atribuição de fundos. No entanto a proposta estratégica visa simplificar este processo

propondo um Sistema de avaliação baseado nos níveis de risco e a avaliação caso a caso seguindo a estrutura proposta no esquema da Figura 49.

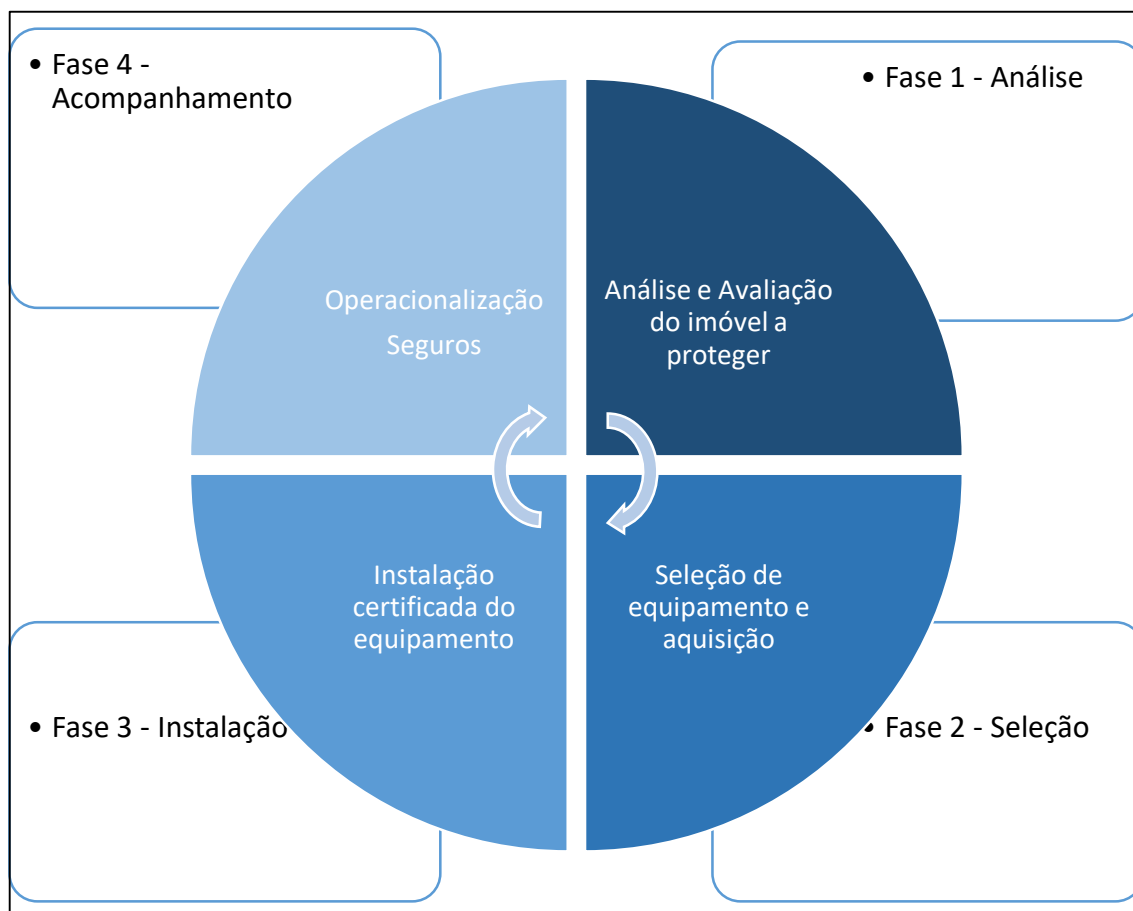


Figura 49. Esquema das fases de intervenção proativa - (elaboração própria)

Todos os processos, independentemente do nível de risco, devem ser analisados pela Câmara Municipal (Fase 1). O proprietário deverá apresentar a candidatura, indicando a localização geográfica da propriedade, e medidas a implementar. A câmara municipal procederá de seguida à seleção de propostas de acordo com o nível de risco e avaliar a necessidade das medidas propostas (Fase 2). Ainda na fase 2 a câmara municipal deverá avaliar as medidas de incentivo a aplicar à proposta, podendo estas passar por facilitação do processo de licenciamento da obra, caso seja necessário, redução das taxas de IMI (Imposto Municipal sobre Imóveis) ou até o financiamento parcial de medidas como cofinanciamento.

Após a aprovação da proposta pela câmara municipal, o proprietário deverá proceder à aquisição do equipamento e a contratação de empresas certificadas para instalação do equipamento, fazendo prova de instalação à câmara municipal que fará a vistoria da implementação de medidas (Fase 3). Por último a operacionalização e acompanhamento por parte da câmara municipal do funcionamento do equipamento (Fase 4). Nesta Fase é recomendada a verificação anual do funcionamento do equipamento, verificação do seu prazo de validade e em caso de comércio se os funcionários receberam formação de operacionalização dos equipamentos implementados.

Considera-se que perante os cenários de alterações climáticas previstos, situações de cheias serão inevitáveis em áreas urbanas que partilham a sua proximidade com cursos de água. É também do conhecimento geral que estes fenómenos resultam em despesas elevadas para o erário público. Sendo este trabalho uma mera proposta de mitigação, considera-se que uma atitude proactiva trará sempre resultados mais benéficos que uma atitude reativa.

### **7.3. Considerações finais**

Durante o percurso desta dissertação foi-me proporcionada a possibilidade de realizar um estágio, com a duração de três meses, no âmbito de um protocolo institucional entre o Instituto Politécnico de Tomar e a Câmara Municipal de Tomar.

Este estágio serviu para além de fantástica experiência, para recolha de dados usados no corrente trabalho, como cartas militares, cartas com a altimetria e outros dados relevantes. Foi disponibilizada cartografia SIG diversa, embora não integrada no modelo gerado. Foi consultado o estudo hidrológico do Rio Nabão executado aquando da implementação do programa Polis em Tomar, que serviu de base informativa para alguns aspetos abordados.

Durante o estágio, coordenado em termos da câmara Municipal pelo Engenheiro Geográfico Pedro Silva, foi também realizado um levantamento exaustivo da altura de todos os edifícios existentes do centro histórico, com o objetivo de desenvolver um modelo tridimensional. Para o efeito foi usado um medidor a laser e plantas da cidade em formato digital (planimetria), através deste material foi aferida a altura dos edifícios e por meio de

comparação entre edifícios extrapolou-se a altura que após algum tratamento serviu para a modelação, em Autocad 3D, trabalho este que tinha o intuito de ser integrado no modelo, mas que acabou por, neste trabalho, não ter sido utilizado.

Esta introdução indica a possibilidade de melhoria do trabalho aqui apresentado, que embora não se deva à falta de material, muitas vezes se deveu aos diferentes formatos e inadequabilidade dos dados às especificidades dos programas utilizados, no entanto fica o registo do trabalho efetuado e das possibilidades que ele poderá servir no futuro.

A dissertação aqui apresentada, consiste num trabalho integrado de análise da problemática das cheias que afetam áreas urbanas de Tomar, e que também são comuns a muitas outras regiões do país. Importante será evidenciar, que as problemáticas de alterações climáticas irão agravar consideravelmente os problemas de cheias em áreas urbanas, sendo este também um dos propósitos deste trabalho, propor medidas antes que estes acontecimentos gerem graves consequências para áreas urbanas.

Existe uma grande diversidade de soluções no mercado Europeu, ainda não sendo de implementação massificada no nosso país, foi desta forma elaborado um levantamento extensivo de várias soluções, selecionando-se apenas aquelas que apresentaram soluções adequadas à realidade portuguesa e cujo custo-benefício se provassem de viável implementação. Estas medidas apresentadas em forma de Manual de Boas práticas (anexo B) diversos materiais com preços não muito elevados e de grande eficácia para o fim de mitigar o impacto das cheias. Soluções estas que podem ser usadas quer a nível da administração local, quer a nível da propriedade.

A modelação hidrológica proporcionou a delimitação de 3 áreas de risco de 1 a 3 onde 3 representa o risco máximo, a aplicabilidade desta carta poderá através do modelo de implementação de incentivos proposto permitir que a reabilitação urbana de áreas urbanas contemple medidas de mitigação de cheia, enquanto ela própria poderá também ser elemento impulsionador de reabilitação urbana.

Note-se a aplicabilidade do material produzido, que tendo a capacidade de ser muito mais desenvolvido em termos de detalhe, prova ser uma mais valia para as instituições que têm responsabilidades na proteção de bens e pessoas e também para o público em geral.

## Bibliografia

- ALMEIDA, B. Prevenção contra cheias naturais – Tendências e Estratégias no contexto de uma Gestão de Risco, Congresso da Ordem dos Engenheiros, Açores, 2006
- ALMEIDA, B. Prevenção contra inundações naturais na União Europeia. Conceitos-Chave no contexto de uma gestão de risco”, REGA – Revista de Gestão de Água da América, Latina, 2007
- ANDRADE, C., Santos, J. A. Climate change projections for precipitation in Portugal, AIP Conf. Proc. 1558, 829 (2013); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4825624>, 2013.
- ASHLEY, R.M.; Lundy, L.; Ward, S.; Shaffer, P.; Walker, L.; Morgan, C.; Saul, A. Water-sensitive urban design: Opportunities for the UK. Proc. Inst. Civ. Eng. Munic. Eng., 166, 65–76, 2013.
- AZEVEDO, J., Situações de Riscos, Cheias e Inundações, Universidade do Minho, 2007
- BARREDO, J.I., Lavallo, C., De Roo, A. European flood risk mapping. European Commission, DG-Joint Research Centre, Ispra, Italy, 2005
- BARREIROS, C., Costa, E., Pires, P., Guia para a Caracterização do Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência. Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2009
- Bullard, R. - The Black Metropolis in the Twenty-First Century: Race, Power, and Politics of Place. Rowman & Littlefield Publishers, Inc, 2007
- CÂMARA MUNICIPAL DE TOMAR –
- 1- <http://www.cmtomar.pt/index.php/pt/municipio/concelho/caracterizacao>
  - 2- <http://www.cm-tomar.pt/index.php/pt/municipio/concelho/estatistica>
  - 3- <http://www.cm-tomar.pt/index.php/pt/municipio/concelho/historia>
- COSTA, P. C., As Cheias Rápidas de 1967 e 1983 na Região de Lisboa. In Livro de Homenagem a Mariano Feio, Lisboa, 1986.
- CHIGBU, U. E. - "Village renewal as an instrument of rural development: evidence from Weyarn, Germany". Community Development. 43 (2): 209–224. doi:10.1080/15575330.2011.575231, 2012.
- CRUZ, A. R. (1997) -Vale do Nabão. Do Neolítico à Idade do Bronze Arkeos - Perspetivas em Diálogo. Tomar: Centro Europeu de Investigação da Pré-História do Alto Ribatejo. vol. 3
- CUNHA, J. M. P. (Org.), Jakob, A. A. E., Young, A., Dinâmica Intrametropolitana na Região Metropolitana da Baixada Santista no Período Pós-1970. In Novas Metrôpoles

- Paulistas: População, Vulnerabilidade e Segregação, 1ª edição, Editora da Unicamp, Campinas, 2006
- DAUPHINÉ, A. Risques et Catastrophes. Observer, Spatialiser, Comprendre, Gérer. Armand Colin, Coll. U, Paris, 2001
- DIRETIVA 2000/60/CE – Quadro de ação comunitária no domínio da política da água, do Parlamento Europeu e do conselho de 23 de outubro de 2000
- DIRETIVA 2007/60/CE – Avaliação e Gestão do Risco de Inundação, Parlamento Europeu e Conselho de 23 de outubro de 2007
- EEA - CLIMATE Change and the EU's response. Europa press release. 6th November 2006 (MEMO/06/406), 2006
- EEA. FLOODS - vulnerability, risks and management. Technical Paper, European Environment Agency, 2012c
- EEA. MAPPING the impacts of natural hazard and technological accidents in Europe – an overview of the last decade. European Environment Agency, 2010.
- EUROPEAN Construction Technology Platform (ECTP). Strategic Research Agenda for the European Construction Sector, 2005.
- GRASS GIS - <https://grass.osgeo.org/documentation/tutorials/>, 2016
- HEC-RAS, River Analysis System - User Manual. Hydrologic Engineering Center - US Army Corps of Engineers. HEC, 2010
- HUD.GOV, U.S. Department of Housing and Urban Development, 2016  
[http://portal.hud.gov/hudportal/HUD?src=/program\\_offices/housing/sfh/reo/abtrevt](http://portal.hud.gov/hudportal/HUD?src=/program_offices/housing/sfh/reo/abtrevt)
- ISDR, International Strategy for Disaster Reduction – United Nations documents related to disaster reduction 2000-2004: Advance copy. Geneva, UN. International Strategy for Disaster Reduction (ISDR). Secretariat, 2004
- JACINTO, R., Cartas de Inundação e Risco de Cheias em Cenários de Alterações Climáticas, CC-IAM, 2011
- JACOBS, Sheffield City Council Strategic Flood Risk assessment – SFRA –dezembro, 2006
- JONGMAN, B.; Hochrainer-Stigler, S.; Feyen, L.; Aerts, J.C.J.H.; Mechler, R.; Botzen, W.J.W.; Bouwer, L.M.; Pflug, G.; Rojas, R.; Ward, P.J. Increasing stress on disaster-risk finance due to large floods. Nat. Clim. Chang. 2014, 4, 264–268, 2013
- JULIÃO, R. P., F. Nery, J. L. Ribeiro, M. C. Branco, J. L. Zêzere, Guia Metodológico para Produção de Cartografia Municipal de Risco e para Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal. Autoridade Nacional de Protecção Civil, 2009
- KRON, W., Flood Catastrophes: Causes – Losses – Prevention from an International Re-insurer's Viewpoint, Precautionary Flood Protection in Europe International Workshop,

- Fevereiro, Ecologic - Institute for International e European Environmental Policy, Bonn, 2003
- LIMA, M., FAISCA, L. – Contributo das Ciências Sociais para o Estudo dos Impactes das Cheias – Laboratório de Engenharia Civil, Lisboa, 1992
- MARTINS, J. A. L., Lourenço, L., Os riscos em protecção civil. Importância da análise de gestão de riscos para a prevenção, o socorro e... A reabilitação, Territorium, Coimbra, 2009
- MERZ, B., Thieken, A. H., Gocht, M., Flood Risk Mapping at the Local Scale: Concepts and Challenges, In Flood Risk Management in Europe, pp.231–251, Springer, 2007
- MOEL, H., Alphen, J., Aerts, H., Flood Maps in Europe – Methods, Availability and Use, Natural Hazards and Earth System Sciences, 2009
- MUNICHE RE, Earthquake, flood, nuclear accident. In Topics Geo, Munich, 2011
- MUNTEANU, A. – ISRA, The qualitative versus Quantitative Dilemma. Alexandru Ioan Cuza University, Iasi, Roménia, 2007
- OJEDA, A., Crecidas e Inundaciones como Riesgo Hidrológico un Planteamiento Didáctico. Universidad del País Vasco, Lurralde, 1997
- PLANO NACIONAL DA ÁGUA - PNA, Instituto Nacional da Água - INAG, 2001
- PORDATA, [http://www.pordata.pt/Municipios/Quadro+Resumo/Tomar+\(Munic%C3%ADpio\)-6775](http://www.pordata.pt/Municipios/Quadro+Resumo/Tomar+(Munic%C3%ADpio)-6775)
- PORTELA, M. – Hydrologic Aspects Related to Flash Floods. – The Portuguese Experience, Euro conference 2000: Flash Flood, IST Lisbon, 2000
- PORTELA, MARIA – Cheias Fluviais – Conceitos e modelação, avaliação e Gestão de Riscos de Inundações Fluviais e Marítimas – Nova Diretiva europeia, Instituto superior Técnico, Lisboa, 2008
- QGIS - [http://docs.qgis.org/2.14/en/docs/user\\_manual/preamble/preamble.html](http://docs.qgis.org/2.14/en/docs/user_manual/preamble/preamble.html), 2016
- RAMOS, C., Programa de Hidrogeografia - Linha de Investigação em Dinâmica Litoral e Fluvial, Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, 2005
- RAMOS, C., Cheias e Inundações: Fatores de desencadeamento e Agravantes e Medidas Mitigadoras, Ciclo de Debates Sistemas de Gestão Ambiental, Câmara Municipal de Loures, 2006
- RAMSBOTTOM, D., Floyd, P., Rowsell, E., Flood Risk to People – Phase 1, DEFRA – Flood Management Division, Londres, 2001
- ROCHA, J., Prevenção de Inundações e Reabilitação de Edifícios em Zonas Inundáveis, pp. 11-20, Territorium, Coimbra, 1995

SHUSTER, W.D.; Bonta, J.; Thurston, H.; Warnemuende, E.; Smith, D.R. Impacts of impervious surface on watershed hydrology: A review. Urban Water J. 2005, 2, 263–275, 2005.

UNITED NATIONS. World Urbanization Prospect; The Revision 2014. Highlights; UN: New York, NY, USA, 2014.

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE) – “HEC-RAS – River Analysis System – User’sManual”, janeiro, 2010

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE) – “HEC-GeoRAS – GIS Tools for Support of HECRAS using ArcGIS – User’sManual”, fevereiro, 2011

VRIJLING, J.K., Jonkman, S.N., Stive, M.J.F., New Orleans is a Lesson to the Dutch, Journal of Coastal Research, Vol. 21, No. 6, 2005

WESTEN C.J., Asch, T.W.J., Soeters, R., Landslide Hazard and Risk Zonation - Why is it still so difficult? Springer-Verlag, 2006



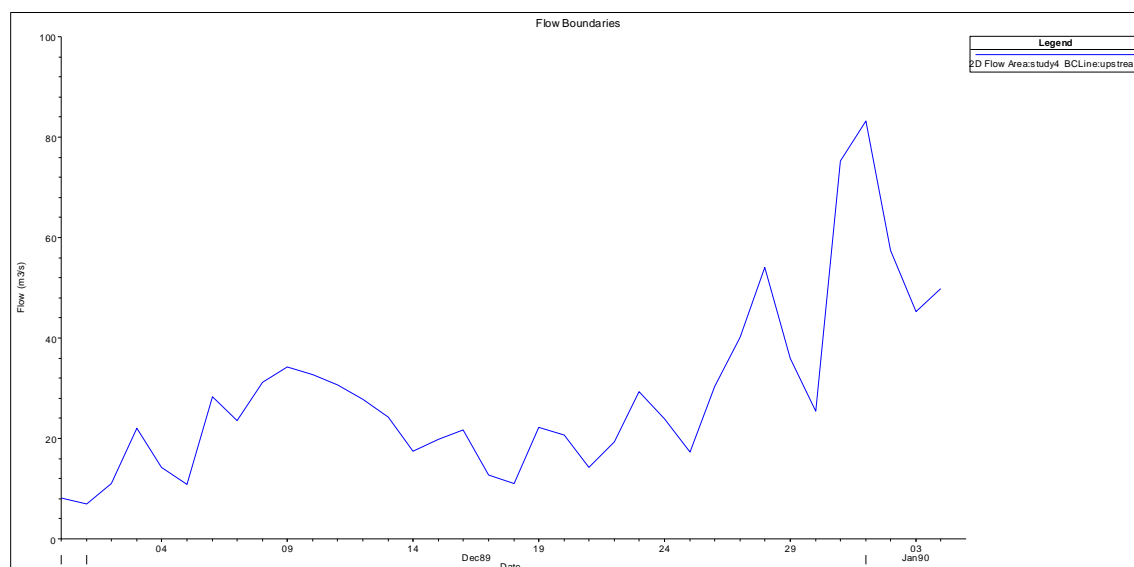
## Anexo A

Tabela de dados hidráulicos para Hec-Ras

DATA	AGROAL (15G/02H)
	Caudal médio diário
28/11/1989	8.14
29/11/1989	6.94
30/11/1989	11.01
01/12/1989	21.95
02/12/1989	14.19
03/12/1989	10.92
04/12/1989	28.32
05/12/1989	23.59
06/12/1989	31.17
07/12/1989	34.29
08/12/1989	32.71
09/12/1989	30.66
10/12/1989	27.87
11/12/1989	24.26
12/12/1989	17.4
13/12/1989	19.8
14/12/1989	21.72
15/12/1989	12.71

16/12/1989	10.99
17/12/1989	22.12
18/12/1989	20.61
19/12/1989	14.26
20/12/1989	19.36
21/12/1989	29.26
22/12/1989	23.93
23/12/1989	17.37
24/12/1989	30.4
25/12/1989	40.13
26/12/1989	54.13
27/12/1989	36
28/12/1989	25.46
29/12/1989	75.27
30/12/1989	83.19
31/12/1989	57.54
01/01/1990	45.3
02/01/1990	49.84
03/01/1990	64.01
04/01/1990	47.86
05/01/1990	36.87
<a href="http://snirh.apambiente.pt">http://snirh.apambiente.pt</a>	

Gráfico de hidrologia do período de cheia utilizado para a simulação (28/11/1989 a 5/01/1990)





## Anexo B

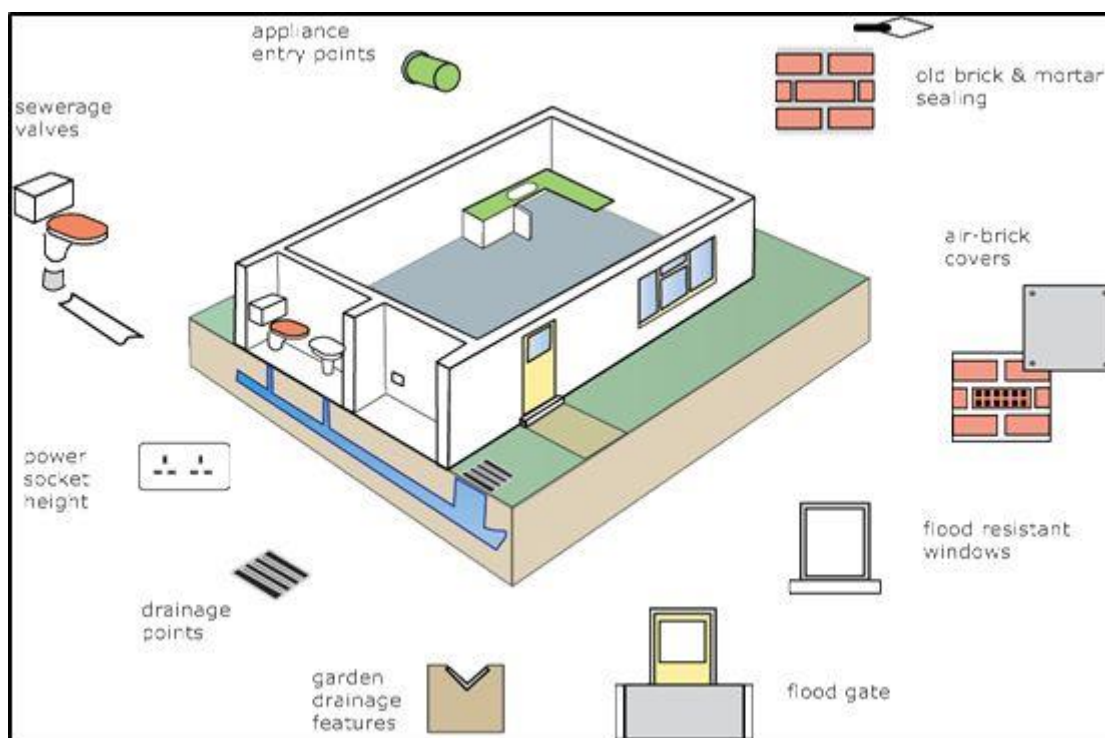


Figura 50- Esquema de proteção integrada contra inundações

## Proteção contra inundações - Um guia para opções de proteção para habitações

A água não entra na propriedade apenas pelo solo, veja o diagrama abaixo - que mostra os percursos da água numa propriedade.

### O que significa "proteção contra inundações"?

É possível defender propriedades até 0,90m acima do nível do solo pelo uso de medidas de resistência tais como barreiras contra inundações, portas resistentes a inundações etc.

Defendendo uma propriedade acima deste nível poderia afetar a integridade estrutural da casa. Não devendo ser realizada qualquer tentativa para aumentar o nível (altura) de protecção acima deste limite. Com base na informação recolhida sobre a propriedade, seria recomendado medidas de protecção contra inundações para ajudar a reduzir o risco de inundação para a mesma. Estas medidas são as medidas mínimas necessárias recomendadas para ajudar a reduzir o risco de inundação. Todas estas medidas funcionam em conjunto para garantir uma protecção adequada contra o risco de inundação do referido imóvel.

Ao recomendar produtos tem de ser considerado o tipo de construção, a idade da propriedade e circunstâncias locais, etc, e outros fatores que poderiam oferecer as melhores soluções para a protecção contra cheias.

Sendo possível protegerr as habitações até cerca de 0,90m acima da cota de soleira.

### **O que fazer para evitar inundações**

Melhorar a qualidade das paredes exteriores, selar todos os furos, e aplicar um revestimento resistente à água até uma cota superior a altura da água resultante de uma potencial cheia. Todas os pontos de entrada de serviço, que passam através das paredes devem ser seladas com silicone hidrofugo. A utilização de vedantes, quer para o tratamento de alvenaria ou de paredes e/ou de juntas é importante. A impermeabilização de alvenaria e paredes até uma pouco acima do nível da potencial cheia irá impedir a entrada de água na estrutura do edifício, da mesma forma juntas, buracos, etc, devem ser selados, sempre que possível (dentro do razoável). Os principais pontos a serem selados são as fendas nos pisos, as paredes e noutros pontos com potencial de infiltração. Não havendo necessidade de remoção dos rodapés e outros aparelhos fixos ou semi-fixos para a aplicação de selantes/impermeabilizantes - esse processo só seria necessário se a impermeabilização da habitação estivesse a ser realizada. Selantes só devem ser usados para um máximo de 1m acima do nível do solo exterior.

A impermeabilização recorrendo ao uso de selantes deve ser feita obdecendo às instruções do fabricante, a correta aplicação deste tipo de material assim como a escolha adequada do mesmo fará toda a diferença na eficácia da medida.

Aberturas para a ventilação e outras aberturas como aberturas nas paredes etc ... devem ser protegidas por uma tampa amovível ou outro tipo de dispositivo. O objectivo é impedir a entrada de água para dentro do edifício e para o corpo da estrutura. Onde há uma necessidade de ventilação, a recomendação é manter a ventilação, mas protegê-la contra a penetração de água, dispositivos de auto-vedantes ou levantar a altura de ventilação são opções.

Tubos de resíduos de baixa actividade tubos de drenagem, tais como máquinas de lavar louça, lava-loiças, canos das máquinas de lavar até 50mm de diâmetro devem ser equipado com válvulas de retenção ou ser levantados para que o tubo que passa pela parede tenha uma cota superior a 1,0 m acima do nível do pavimento.

Nos canos de esgoto deve-se aplicar válvulas de retenção para eliminar o risco de inundação do sistema de esgoto. Impedindo o refluxo, acabam por impedir a entrada de roedores e insetos também.

Supõe-se que as lajes são resistentes à água portanto, outras obras não são recomendados. Se existem fendas e pontos de entrada de serviço através do piso, estes devem ser seladas com vedante apropriado.

Muitas vezes as lajes não têm uma ligação eficaz entre a membrana anti-humidade para o chão e o curso à prova de humidade na parede. Isto significa que a água pode infiltrar-se na habitação através de aberturas na junção pavimento/parede. Na eventualidade de se proceder a uma substituição do piso, este tipo de ligação deve ser alvo de uma atenção especial.

Se a construção é anterior a 1960 pode não haver uma membrana impermeável, além de fendas em pisos existentes podem permitir que a água passe através do piso, se for o caso, a substituição deve ser considerada.

### **Redução do risco de inundação**

Com base na informação recolhida sobre a propriedade são recomendadas as seguintes medidas de protecção contra inundações para ajudar a reduzir o risco de inundação da propriedade. Estas são as medidas mínimas recomendadas para ajudar a reduzir o risco de inundação; todas as medidas teriam de ser realizadas para ajudar a reduzir o risco de inundação ao referido imóvel.

**Bombas** - a necessidade de bombas é baseada num conhecimento especializado da construção de edifícios. Independentemente de quão bem uma parede externa é protegida, há sempre a possibilidade da água entrar através do sub-solo, que no caso de muitas propriedades mais antigas é a terra simplesmente compactada e até mesmo quando o piso é em betão a água pode aparecer em todo o perímetro da laje junto às ligações parede externa/laje. A bomba é colocada de forma a trabalhar no vazio abaixo do piso para bombear a água que eventualmente aparecer por lá.

É desejável que se instale uma bomba do tipo submersível colocada abaixo do nível do solo, podendo para o efeito previamente executar uma caixa e pequenas dimensões em betão, suficientemente grande para ser lá colocada a referida bomba. Sendo a bomba composta por uma boia de nível em que quando atingido coloca a bomba em funcionamento automático.

### **Protecção descartável temporária**

#### **Sacos de areia inteligente**

Um recente desenvolvimento na protecção contra as inundações são sacos que absorvem água (até 30 x seu volume) para agir como sacos de areia, mas com várias vantagens; não tem que ser preenchido com areia pesada, e são projetados para preencher a moldura das entradas deixando a água do lado de fora. Os sacos são imersos em água no local (ou deixados no local como uma barreira) e o seu revestimento interior semi-poroso tem centenas de cristais absorventes que aumentam de volume ao absorver água para um gel semi-rígido. Os sacos podem ser dobrados e armazenados num espaço reduzido em comparação com sacos de areia que são pesados e se deterioram se armazenado por um longo período de tempo. Os sacos de inundação são leves e resolvem todos os problemas de saúde e segurança em termos de manuseamento de pesos mortos, tais como sacos de areia tradicionais.

### **Informações gerais relacionadas com medidas de resistência às inundações**

A experiência tem nos mostrado que a inundação por água não é previsível, o fato de que a água entrou em um edifício através de um ponto específico/porta/abertura, e a partir de um



determinado lado, uma vez, não é garantia de que, durante o próximo evento de inundação o mesmo ocorra da mesma forma.

Vedação / selantes – Podem por fim a um conjunto de potenciais problemas. A água irá encontrar caminho através de qualquer junta, não importa quão fina, ou visível ao olho humano, com tinta apropriada para o efeito devem ser pintados os revestimentos que possam ter essas fendas. Estes revestimentos também têm a função de impedir que a água seja absorvida pelo material da alvenaria, uma vez que quando totalmente saturada, a alvenaria ou similar permitirá que a água passe.

### **Conselho geral**

Acredita-se que, se as medidas recomendadas neste relatório forem postas em prática, a propriedade terá um nível mais elevado de proteção contra inundações. Partindo do princípio que os produtos de proteção contra inundações são adequados para o efeito e são instalados de acordo com as exigências do fabricante ou até mesmo montados por eles.

### **Águas subterrâneas**

Para os proprietários, as precauções que podem ser tomadas contra as inundações por águas subterrâneas são limitadas. Se uma cave é frequentemente inundada e pretende-se usá-la para armazenamento ou como sala de estar, pode ser possível torná-la impermeável. Para isso é necessário proceder à selagem da cave com uma membrana à prova de água. O uso de bombas nas propriedades com 'pisos suspensos' é um procedimento reconhecido para evitar inundações. Estas bombas são geralmente modelos submersíveis activados por interruptores de bóia e pode ser configurado para o modo automático. Tubos e outros cabos podem precisar de instalação. Para o efeito é necessário acesso inferior a esses pisos por meio de uma escotilha para a instalação e manutenção.

Para uma proteção eficiente é recomendável que apenas se use materiais testados em laboratório e certificados para serem usados na proteção contra cheias.

Sendo que mais facilmente se pode negociar prémios de seguros mais vantajosos para as propriedades em áreas de risco de inundações com essa proteção através de materiais certificados e instalados por técnicos certificados também.